

DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

EINUNDACHTZIGSTER BAND



MIT 8 TAFELN, 2 KARTEN UND 90 TEXTFIGUREN.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
K. UND K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.





DENKSCHRIFTEN

DER

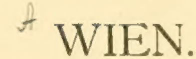
KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

EINUNDACHTZIGSTER BAND





WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1908.

Hochstetter F. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpf-Schildkröte (Emys Lutaria Marsili). — 1. Über die Art und Weise, wie die Embryonen der Sumpfschildkröte ihre Hüllen abstreifen und wie die Jungen dieses Thieres das Ei verlassen.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 1—20.

Sumpfschildkröten-Embryonen, wie dieselben ihre Hüllen abstreifen und das Ei verlassen. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpfschildkröte (Emys lutaria Marsili).

Hochstetter F., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908.

S. 1—20.

Embryonen der Sumpfschildkröte, wie dieselben ihre Hüllen abstreifen und das Ei verlassen. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpfschildkröte (Emys lutaria Marsili)..

Hochstetter F., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908.

S. 1—20.

Hann J., Täglicher Gang der Temperatur in der äußeren Tropenzone.

Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907. S. 21—114.

Temperatur. Der tägliche Gang derselben in der äußeren Tropenzone.

A. Amerika, Afrika.

Hann J., Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 21—114.

Tropenzone, amerikanische und afrikanische, Täglicher Gang der Temperatur

Hann J., Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 21—114.

I

Hochstetter F. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpf-Schildkröte (Emys Lutaria Marsili). — 1. Über die Art und Weise, wie die Embryonen der Sumpfschildkröte ihre Hüllen abstreifen und wie die Jungen dieses Thieres das Ei verlassen.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 1—20.

Sumpfschildkröten-Embryonen, wie dieselben ihre Hüllen abstreifen und das Ei verlassen. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpfschildkröte (Emys lutaria Marsili).

Hochstetter F., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 1—20.

Embryonen der Sumpfschildkröte, wie dieselben ihre Hüllen abstreifen und das Ei verlassen. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpfschildkröte (Emys lutaria Marsili).

Hochstetter F., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 1—20.

Hann J., Täglicher Gang der Temperatur in der äußeren Tropenzone.

Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907. S. 21—114.

Temperatur. Der tägliche Gang derselben in der äußeren Tropenzone.

A. Amerika, Afrika.

Hann J., Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907. S. 21—114.

Tropenzone, amerikanische und afrikanische, Täglicher Gang der Temperatur

Hann J., Denkschr. des Wiener Akad., Bd. 81, 1907. S. 21—114.

Amerikanisches und afrikanisches Tropengebiet. Täglicher Gang der Temperatur.

J. Hann, Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 21—114.

Trabert, W., Innsbrucker Fohnstudien.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81. 1908. S. 115—138.

Föhnstudien, Innsbrucker.

Trabert W., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81. 1908.

S. 115—138.

Physiologischer Einfluß des Föhns.

Trabert W., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81. 1908.

S. 139—196.

Abel O., Die Morphologie der Hüftbeinrudimente der Cetaceen.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 139—196.

Hüftbeinrudimente der Cetaceen, deren Morphologie.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Cetaceen, Morphologie ihrer Hüftbeinrudimente.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Rudimente der Cetaceenhüftbeine, deren Morphologie.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Amerikanisches und afrikanisches Tropengebiet. Täglicher Gang der Temperatur.

J. Hann, Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 21—114.

Trabert, W., Innsbrucker Föhnstudien.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 115—138.

Föhnstudien, Innsbrucker.

Trabert W., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908.

S. 115—138.

Physiologischer Einfluß des Föhns.

Trabert W., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908.

S. 139—196.

Abel O., Die Morphologie der Hüftbeinrudimente der Cetaceen.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 139—196.

Hüftbeinrudimente der Cetaceen, deren Morphologie.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Cetaceen, Morphologie ihrer Hüftbeinrudimente.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Rudimente der Cetaceenhüftbeine, deren Morphologie.

Abel O., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907.

S. 139—196.

Salomons - Inseln, Neuguinea - Archipel und Samoa-Inseln, botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den —. I. Teil.

Rechinger K., Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908.
S. 197—317.

I. Teil enthält:

Reinbold T., *Algae marinae* exklusive der *Lithophyllum* und *Lithothamnium*-Arten in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomonsinseln.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Foslie M., *Lithophyllum* u. *Lithothamnium*-Arten in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Zahlbruckner A., Die Flechten der Samoa-Inseln in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Höhnel F. v., *Fungi* in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Stephani F., *Hepaticae* in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.

Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Hackel E., *Gramineae* in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.
Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Kohl F., *Hymenopieren* in Rechinger K., botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoa-Inseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomons-Inseln.
Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1908. S. 197—317.

Hillebrand C., Über die wahrscheinliche Bahnform und den Ursprung der Kometen.
Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81. S. 319—388.

Bahnform, wahrscheinliche, und Ursprung der Kometen.
Hillebrand C. Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. 81.
S. 319—388.

Kometen, Über die wahrscheinliche Bahnform und den Ursprung derselben.
Hillebrand C. Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. 81.
S. 319—388.

L. de Ball, Dr. Die Theorie der Drehung der Erde.
Denkschr. der Wiener Akad., Bd. 81, 1907. S. 389—446.

Drehung der Erde, zur Theorie derselben.
L. de Ball., Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. 81, 1907.
S. 389—446.

Erde, die Theorie der Drehung derselben.
L. de Ball, Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. 81, 1907.
S. 389—446.

Inhalt.



BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER EUROPÄISCHEN SUMPFSCHILDKRÖTE (EMYS LUTARIA MARSILI)

UNTERSUCHUNGEN, AUSGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN, AUS DEM LEGATE WEDL.

1. ÜBER DIE ART UND WEISE, WIE DIE EMBRYONEN DER SUMPFSCHILDKRÖTE IHRE HÜLLEN ABSTREIFEN UND WIE DIE JUNGEN DIESES TIERES DAS EI VERLASSEN

VON

F. HOCHSTETTER

IN INNSBRUCK.

Mit 2 Tafeln und 4 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 28. FEBRUAR 1907.

Einleitung.

Die Beobachtungen anzustellen, über die im nachfolgenden berichtet werden soll, lag ursprünglich nicht in meiner Absicht. Sie wurden gewissermaßen nebenher gemacht, als ich trachtete, mir einige vollkommen reife Embryonen von *Emys* zu verschaffen. Bevor ich aber auf eine Schilderung dieser Beobachtungen eingehe, wird es vielleicht am Platze sein, ganz kurz mitzuteilen, auf welche Weise ich mir das Material für meine Untersuchungen verschafft habe.

Der erste Forscher, der sich ein umfangreicheres Material von *Emys*-Embryonen zu verschaffen wußte, war Mehnert. Er sammelte dasselbe gelegentlich einer zu diesem Zwecke im Jahre 1889 unternommenen Reise, im Verlaufe eines dreimonatlichen Aufenthaltes im Gouvernement Cherson und Taurien. Die Erfahrungen, die er dabei machen konnte, hat er in seiner Arbeit (11) über die Entwickelung des Beckengürtels der *Emys lutaria* veröffentlicht und sie waren mir ein sehr wichtiger Behelf, als ich selbst daran ging, mir für meine Studien das nötige Material zu beschaffen. Freilich wäre es mir nicht leicht möglich gewesen einen längeren Aufenthalt in einer Schildkrötengegend zu nehmen und so versuchte ich es damit, mir bebrütete Schildkröteneier schicken zu lassen. Aber die Erfahrungen, die ich dabei machen

mußte, waren keine guten. Erstlich erhielt ich stets nur wenige Eier und diese waren entweder nicht befruchtet oder der Keim war während des Transportes abgestorben.

Vor vier Jahren endlich gelang es mir durch Vermittlung eines meiner Schüler, in einer kleinen Stadt Südungarns einen ehemaligen Apotheker ausfindig zu machen, der, weil er mit diesen Tieren Handel treibt, stets eine größere Menge von großen geschlechtsreifen Sumpfschildkröten, die er in den Theißniederungen sammeln läßt, vorrätig hält. Diesem Manne nun setzte ich brieflich auseinander wie er es zu machen hätte, um mir befruchtete und bebrütete Schildkröteneier zusenden zu können. Schon im ersten Jahre erhielt ich denn auch im Verlaufe des Sommers einige hundert Eier von ihm zugeschickt,[1] und unter diesen war in der Tat eine wenn auch nicht große Anzahl, die wohlentwickelte Embryonen enthielten. Im folgenden Jahre war dann die Ausbeute schon eine wesentlich bessere. Aber ich erhielt auf diese Weise doch nur Embryonen, die in der Entwicklung schon etwas weiter vorgeschritten waren. Die jungen Entwicklungsstadien schienen den langdauernden Transport nicht zu vertragen.

Um nun die Lücken meines Materials auszufüllen, entschloß ich mich im verflossenen Sommer selbst nach Südungarn zu reisen, was mir durch eine Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aus dem Legate Wedl ermöglicht wurde. Vorher hatte ich mich natürlich vergewissert, daß ich an dem Orte meiner Tätigkeit eine größere Zahl von Schildkröteneiern vorfinden würde. Ein Brief meines Schildkrötenmannes, der in den ersten Julitagen eintraf, setzte mich denn auch in Kenntnis, daß seine Sumpfschildkröten schon nahe an tausend Eier abgelegt hätten und daß die Eiablage noch weiter fortgehe. Am 8. Juli traf ich in N. B. ein und begann am 9. meine Tätigkeit mit der Inspektion der der Schildkrötenzucht dienenden Einrichtungen. Herr K. hält die Schildkröten (sowohl *Emys lutaria* als *Testudo graeca)* in seinem Obstgarten, in einem von einer niederen Mauer umgebenen Raume, in dessen Mitte sich ein von Schilf und Gesträuchern umgebener kleiner Wassertümpel befindet. Dieser Tümpel wird durch eine Pumpe, die für gewöhnlich der Gartenbewässerung dient, mit Wasser gespeist. Die Landschildkröten werden mit Fallobst, die Sumpfschildkröten mit Pferdefleisch gefüttert. (Eines Abends sah ich übrigens auch, wie eine Sumpfschildkröte, die offenbar sehr hungrig war, einen unreifen Apfel verzehrte.) Von den Sumpfschildkröten sah man übrigens für gewöhnlich nicht viel, da sie ungemein scheu sind und sich, sowie sich ein Besucher des Gartens dem Tümpel etwas unvorsichtig näherte, ins Wasser stürzten.

Emys legt ihre Eier in der Regel des Abends kurz nach Sonnenuntergang ab. Die Art und Weise wie die Eiablage erfolgt, ist von Brehm in seinem Tierleben nach den Angaben, die Miram (13) darüber gemacht hat, ausführlich und, wie ich, nachdem ich die Eiablage eines Abends selbst beobachten konnte, sagen kann, in vollkommen zutreffender Weise geschildert worden. Ich könnte Brehm's Schilderung nichts Neues hinzufügen.

Die abgelegten Eier wurden an jedem Morgen von dem Gärtner, der mit der Wartung der Schildkröten betraut war, aus den Nestern ausgehoben und in ein eigenes Brütbeet wieder vergraben. Dieses Brütbeet war in einem kleinen höchst primitiven Treibhause eingerichtet worden. Es hatte eine Tiefe von etwa 20 *cm* und bestand aus gewöhnlicher Gartenerde, in welche die Eier 10 *cm* tief in Längsreihen eingegraben wurden. Vor jede Längsreihe wurde ein Täfelchen eingesteckt, auf welchem das Datum der Eiablage und die Zahl der an dem betreffenden Tage abgelegten Eier verzeichnet war. Das Beet selbst aber wurde ein- bis zweimal täglich, je nachdem die Erde bei Sonnenschein rascher oder bei bedecktem Himmel langsamer austrocknete, mit gewöhnlichem Brunnenwasser begossen. Natürlicherweise hätte das Brutbeet, wie ich das ursprünglich angegeben hatte, auch im Freien angelegt werden können, wenn es

---

[1] Dieselben wurden anfänglich in feuchte Baumwolle, später in feuchtes Sumpfgras verpackt. Doch habe ich mich im verflossenen Sommer davon überzeugen können, daß es besser ist, die Eier in feuchte Gartenerde verpackt zu verschicken. Der Prozentsatz der auf dem Transporte abgestorbenen Eier ist dann ein relativ sehr kleiner und auch die jungen Entwicklungsstadien überstehen die Unbilden des Transportes relativ leichter.

möglich gewesen wäre, Hunde und Katzen von ihm fern zu halten. Da aber Herrn K. in einem vorhergehenden Jahre ein Brütbeet durch Hunde zerstört worden war, war er darauf verfallen, das neue Brütbeet in seinem Treibhause anzulegen. Dies hatte auch den Vorteil, daß dasselbe unter Umständen vor allzustarker Sonnenstrahlung leichter geschützt werden konnte und daß seine Temperatur des Nachts nie so tief sank, wie wenn es im Freien gelegen hätte, was wieder zur Folge hatte, daß sich die Embryonen in den Eiern rascher entwickelten.

Nachdem ich mir ein Verzeichnis von der Zahl und dem Datum der Ablage der vorhandenen Eier angelegt hatte, konnte ich an die Arbeit der Konservierung der Embryonen gehen. Zu diesem Zwecke hatte ich mir in meinem Hotelzimmer ein kleines Laboratorium eingerichtet und einen Schulknaben als Famulus aufgenommen, der mir, während ich arbeitete, Instrumente und Gläser putzte und mir immer neue Vorräte an Schildkröteneiern aus Herrn K. s'Garten, der eine halbe Stunde von meinem Hotel entfernt lag, zutrug. Auf diese Weise war es mir möglich, im Verlaufe einer Woche nahe an 500 Schildkrötenkeime vom Stadium der Urmundbildung an bis zu einem Stadium, in welchem die Extremitäten bereits als Stummel aus dem Rumpfe hervorragten, zu konservieren.

Schon Mehnert hat darauf aufmerksam gemacht (12), daß bei Schildkröteneiern, die befruchtet sind und kurze Zeit bebrütet waren, die Eischale an der Stelle, an welcher sich die Embryonalanlage befindet, einen weißen Fleck zeigt, der gegen die übrigen durchscheinenden Schalenteile ziemlich scharf absticht. Einen ähnlichen weißen Fleck hat Voeltzkow (23) auch an bebrüteten Krokodileiern gesehen. Dieser weiße Fleck, den ich in manchen Fällen schon am Morgen nach der Eiablage angedeutet sah, ist, wie ich glaube, darauf zurückzuführen, daß in seinem Bereiche die Schale von feinsten Luftbläschen durchsetzt ist. Die Keimscheibe liegt nämlich entsprechend diesem Flecke der an der Innenseite der Kalkschale befindlichen Schalenhaut innig an, ja sie ist geradezu mit ihr verklebt und so dringt die Luft, welche der Keim zu seiner Entwicklung braucht, gerade im Bereiche der Keimscheibe besonders intensiv durch die Eischale hindurch. Ich glaube nämlich nicht, daß das Auftreten des weißen Fleckes an der Eischale, wie Mehnert (12) angibt, einem Austrocknungsprozesse im eigentlichen Sinne des Wortes seine Entstehung verdankt, sondern daß derselbe vielmehr durch die Atmung des Keimes hervorgerufen wird. Denn bei nicht befruchteten Eiern, die unter den gleichen Verhältnissen gehalten wurden wie die betruchteten, fand ich einen solchen Fleck niemals. Auch wurde unser Brütbeet stets so feucht gehalten, daß ein partielles Trockenwerden der Eier gar nicht möglich gewesen wäre. Sah ich an einem kurze Zeit bebrüteten Ei den weißen Fleck, so war ich sicher, ein befruchtetes Ei vor mir zu haben.

Indem sich die Keimscheibe vergrößert, nimmt auch der weiße Fleck an Umfang immer weiter zu und bei länger bebrüteten Eiern, bei denen der Dottersack schon zum großen Teile von einem Gefäßnetz bedeckt ist und die Allantois diesen und den Embryo einzuhüllen beginnt, zeigt schließlich die ganze Eischale ein gleichmäßiges weißes Aussehen.

Bei der Fixierung von Keimscheiben und jüngeren Embryonen ging ich nun in der Weise vor, daß ich die Eischale an einem Pole des Eies, oder wenn sich der weiße Fleck wegen seiner Vergrößerung den Eipolen schon allzusehr genähert hatte, an einem diesem Flecke gegenüberliegenden Punkte, entfernte. Bei nur kurze Zeit bebrüteten Eiern wurde dann die Dotterkugel in einer mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllten Schale durch Abbrechen von Stücken der Eischale weiter bloßgelegt und hierauf mit Hilfe einer Schere ausgiebig eingeschnitten. Ein langer Scherenschnitt ist deshalb notwendig, weil sich die gespannte Dotterhaut nach dem Einschneiden rapid zusammenzieht und man dann, wenn nicht ausgiebig genug eingeschnitten wurde, den Keim nicht leicht mehr isolieren kann. Wird aber der Schnitt so geführt, daß er sich wenigstens über den halben Umfang der Dotterkugel erstreckt, so hindert die Zusammenziehung der Dotterhaut die weiteren Prozeduren nicht mehr. Es wurde dann der Dotter vorsichtig mit physiologischer Kochsalzlösung abgespült, die so von anhaftenden Dotterteilen befreite Keimscheibe vorsichtig von der Schalenhaut abgelöst und auf einem Hornspatel in die Fixierungsflüssigkeit übertragen. Oder aber es wurde die Fixierungsflüssigkeit mit Hilfe einer Pipette direkt auf die Keimscheibe aufgeträufelt und dann erst ihre Ablösung von der Schalenhaut vorgenommen. Bei längere Zeit

bebrüteten Eiern wurde, da sich bei ihnen der störende Einfluß der Dotterhaut nicht mehr geltend macht, einfach ein kleiner Einschnitt in die Dotterkugel gemacht und die breiige, zum Teile verflüssigte Dottermasse vorsichtig mit einer Pipette abgezogen und das Abgezogene sofort durch Fixierungsflüssigkeit (ich verwendete das Pikrinsublimatgemenge von Rabl) ersetzt. Auf diese Weise wurde der größte Teil der Dottermasse entfernt. Schließlich wurde dann, und zwar in einem Bade von Fixierungsflüssigkeit, die Eischale bis an die Peripherie der Keimscheibe heran entfernt, die der Keimscheibe noch anhaftenden Dotterteilchen so sorgfältig als möglich mit einer Pipette abgespült und dann die jetzt bereits halbfixierte Keimscheibe von der Schalenhaut abgelöst und in reine Fixierungsflüssigkeit übertragen. Bei der letzteren Prozedur mußte allerdings sehr sorgfältig zu Werke gegangen und viel Geduld angewendet werden, da sonst leicht Läsionen gesetzt wurden, die die Präparate unbrauchbar machten.

Nachdem ich im Verlaufe einer Woche auf diese Weise etwa die Hälfte der vorhandenen Eier verarbeitet und alle die jungen Entwicklungsstadien, die mir noch fehlten, gewonnen hatte, verpackte ich 100 Eier in flachen Kartons in feuchte Erde und trat mit diesen Eiern die Heimreise an. Den Rest der noch im Brütbeete verbliebenen Eier ließ ich mir erst im September in feuchter Erde verpackt nach Innsbruck senden. Die mitgenommenen Eier überstanden, trotzdem es sich zum Teile um nur wenige Tage bebrütete handelte, die viertägige Reise, ohne Schaden zu leiden und entwickelten sich in Innsbruck, wo ich sie in kleinen mit Erde gefüllten Brutkistchen hielt, vorzüglich weiter. Die Brutkistchen wurden dabei an schönen sonnigen Tagen am Vormittag an ein gegen Süden, am Nachmittag an ein gegen Westen gerichtetes Fenster gebracht und bei trübem Wetter auf einen Thermostaten gestellt, der auf 50° Celsius erwärmt war und durch dessen Filzbelag so viel Wärme hindurchstrahlte, daß die Erde der mit einem Tuche bedeckten Brutkisten eine Temperatur von 26—28° Celsius aufwies. Natürlicherweise wurde während der ganzen Dauer der Bebrütung die Erde in den Brutkisten durch regelmäßiges Besprengen mit Wasser von Zimmertemperatur entsprechend feucht erhalten. Von Zeit zu Zeit wurden den Kistchen Eier entnommen, eröffnet, und die Embryonen fixiert. Auch die im September nachgeschickten Eier kamen in gutem Zustande in Innsbruck an und so konnte ich mich, nachdem ich schon einen ziemlich großen Vorrat von in der Entwicklung weit vorgeschrittenen Embryonen konserviert hatte, entschließen, bei etwa 50 Eiern das Ausschlüpfen der jungen Tiere abzuwarten. Freilich habe ich dann infolge der Beobachtungen, die ich an den im Ausschlüpfen begriffenen Tieren machen konnte, noch den größten Teil der Eier wieder opfern müssen, um mich über bestimmte, dem Ausschlüpfen vorhergehende Vorgänge zu orientieren, so daß ich schließlich nur 8 Tiere wirklich aus den Eiern kriechen sah.

Wie die Embryonalhüllen abgestreift werden und wie der Dottersack in die Leibeshöhle aufgenommen wird.

Wenn die jungen Schildkröten das Ei verlassen,[1] haften ihnen weder Reste der Embryonalhüllen an, noch ist vom Dottersacke äußerlich irgend etwas wahrzunehmen. Auch in der Eischale bleibt nichts von den Embryonalhüllen zurück. Die Gegend des Nabels tritt deutlich als ein rhomboidales Feld (vergl. Fig. 13 auf Taf. 1) hervor, im Bereiche dessen eine gelblich gefärbte, vielfach gefältelte Membran die Leibeshöhle nach außenhin abzuschließen scheint. Wie ich später zeigen werde, ist es nicht nur diese Membran, die aus einem Teile des Amnions gebildet wird, sondern auch ein Rest der Allantois, die die Nabelöffnung der vorderen Bauchwand verschließen.

Etwa 8 bis 10 Tage vor dem Ausschlüpfen liegen die Embryonen noch vollkommen umhüllt von den Embryonalhüllen im Ei und der mächtige Dottersack verdeckt bei der Betrachtung von der Ventralseite her (vergl. Fig. 1 und 2 auf Taf. 1) fast das ganze Bauchschild. Betrachtet man einen solchen nahezu reifen, von den Embryonalhüllen umschlossenen Embryo, so kann man sich schwer eine Vorstellung davon machen, wie er sich dieser Hüllen entledigen soll, ohne daß eine Spur von ihnen im Ei zurückbleibt. Daß der Dottersack in die Bauchhöhle aufgenommen werden muß, geht schon aus dem Umstande hervor, daß das Bauchschild des eben ausgeschlüpften Tieres stark vorgetrieben ist. Übrigens hat schon Duvernoy, wie ich einer Angabe bei Virchow (22) entnehme (Duvernoy's Arbeit war mir leider nicht zugänglich), angegeben, daß dieser Vorgang tatsächlich stattfindet. Aber wie diese Aufnahme stattfindet, läßt sich ohne weiteres auch kaum verstehen.

Über die Entwickelung der Embryonalhüllen der Schildkröten verdanken wir vor allem Mitsukuri (14), der die Verhältnisse bei *Tryonix* und *Clemmys japonica* sehr eingehend studiert hat, und Mehnert (12), dem für seine Untersuchungen zahlreiche Keimscheiben und Embryonen von *Emys lutaria taurica* zur Verfügung standen, recht eingehende Angaben. Insbesondere hat Mitsukuri die Umänderungen, welche sich an den Embryonalhüllen beobachten lassen, bis zu den fortgeschrittensten Stadien verfolgt und auch bezüglich des Abstreifens derselben Angaben gemacht, die mit meinen Beobachtungen recht gut übereinstimmen und auf die ich später noch zurückkommen werde. Ich will hier nur so weit auf die Resultate, welche Mitsukuri zu verzeichnen hatte, eingehen, als es für das Verständnis dessen notwendig ist, was ich im folgenden mitzuteilen habe.

Was zunächst die Bildung des Amnions anbelangt, so hat zuerst Mitsukuri und nach ihm Mehnert gezeigt, daß sich dasselbe nur aus einer Falte entwickelt, die der Kopffalte des Amnions anderer Formen entspricht und daß also weder Seitenfalten noch auch eine Schwanzfalte des Amnions gebildet werden. Dabei besteht diese Kopffalte des Amnions zunächst nur aus Elementen des äußeren Keimblattes und schiebt sich konkavrandig begrenzt über die Rückenfläche der Embryonalanlage kaudalwärts vor. Ihr Wachstum in caudaler Richtung macht jedoch auch dann noch nicht Halt, wenn ihr Rand das kaudale Ende der Embryonalanlage erreicht hat. Sie schiebt sich vielmehr noch eine ziemliche Strecke weit kaudalwärts vor, was die Bildung eines die Amnionhöhle nach rückwärts fortsetzenden Ganges zur Folge hat. Mitsukuri hat diesen Gang, der die Amnionhöhle mit dem Eiweißraume des Eies verbindet, als hinteren Amniongang bezeichnet. Er entwickelt sich, wie Mehnert (12) gezeigt hat und wie ich bestätigen kann, bei *Emys* in ähnlicher Weise wie bei den von Mitsukuri untersuchten Schildkröten. Während sich aber die Amnionfalte noch kaudalwärts vorschiebt, beginnt bereits frühzeitig die die außerembryonale

---

[1] Aus einigen Ende Juni abgelegten, in Innsbruck bebrüteten Eiern schlüpften die Jungen in den ersten Tagen des Oktober aus.

Leibeshöhle dorsalwärts begrenzende Mesodermlamelle beiderseits in Form je einer Falte in das bis dahin nur aus Ektoderm gebildete Amnion vorzudringen und es stellen sich auf diese Weise allmählich Verhältnisse her, wie wir sie etwa bei Vogelembryonen einer bestimmten Entwicklungsstufe vorfinden, d. h. das Amnion besteht jetzt auch aus zwei Zellamellen, einer inneren ektodermalen und einer äußeren mesodermalen. Aber die beiden Mesodermfalten, welche sich bei dem Vordringen der außerembryonalen Leibeshöhle in das ektodermale Amnion vorschieben, kommen niemals zur Berührung miteinander, vielmehr bleibt zwischen ihren Kuppen stets eine Lamelle ektodermaler Zellen stehen, die das Ektoderm des Amnions mit dem der serösen Haut verbindet. Diese Verbindung, die, wie Mehnert gezeigt hat, auch bei *Emys* erhalten bleibt, hat Mitsukuri als sero-amniotische Verbindung bezeichnet. Sie erstreckt sich kaudalwärts bis an den Amniongang. Die sero-amniotische Verbindung mit den sie nach rechts und nach links hin bekleidenden Mesodermlamellen bildet das, was Mehnert Suspensorialband des Amnions genannt hat. Kaudal von der Mündung des Amnionganges in die Amnionhöhle fehlt diese Verbindung, weil sich hier die beiden Hälften der außerembryonalen Leibeshöhle ventral vom Amniongange miteinander vereinigen. Und ebenso kommt es in dem Teile des Amnions, welcher den Kopf umschließt, nachdem sich die außerembryonale Leibeshöhle zwischen Ektoderm- und Entodermlamelle des Proamnion vorgeschoben hat, zu einem Zusammenfließen der beiden außerembryonalen Leibeshöhlenhälften, so daß also auch in diesem Gebiete eine Verbindung zwischen seröser Haut und Amnion nicht bestehen bleibt.

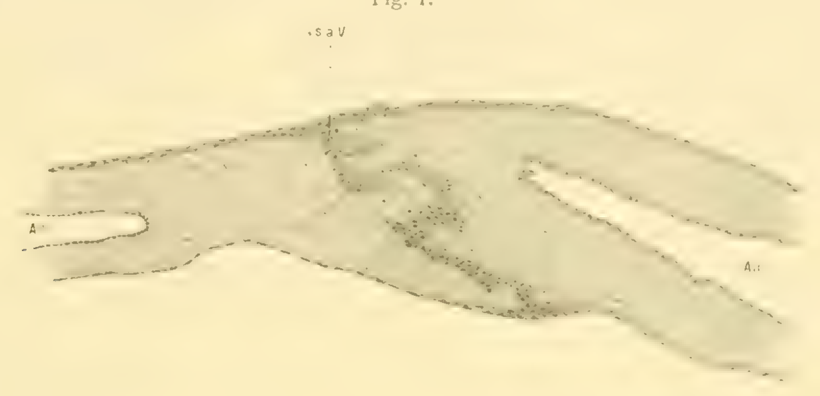
Wenn sich nun die Allantois entwickelt und stärker ausdehnt, dringt sie in der außerembryonalen Leibeshöhle vor und umwächst allmählich nicht nur den größten Teil des Dottersackes, sondern auch das Amnion. Leider war es mir nicht möglich, da ich nur wenige mittlere Entwicklungsstadien mit den Embryonalhüllen konserviert hatte, die einzelnen Phasen dieses Prozesses bei *Emys* genauer zu verfolgen, weshalb ich ganz auf das verweisen muß, was Mitsukuri über diesen Vorgang bei *Clemmys* und *Tryonix* berichtet hat. Doch ergab sich aus der Untersuchung älterer Entwicklungsstadien von Emys, daß auch bei dieser Form die Allantois zu den Seiten des Suspensorialbandes des Amnions zwei Ausladungen bildet, die schließlich das Amnion bis an den kranialen Pol des Dottersackes heran überwachsen. Dabei scheint mir das Suspensorialband des Amnions selbst eine Verschiebung in kranialer Richtung zu erleiden, die allerdings lange nicht so weitgehend ist wie bei *Tryonix.*

Fig. 22 auf Taf. 2 zeigt das Schema eines Sagittaldurchschnittes durch einen Embryo und seine Hüllen, der, was den Entwicklungszustand der letzteren anbelangt, dem in Fig. 1 und 2 auf Taf. 1 abgebildeten Embryo entspricht. Beim Entwerfen dieses Schemas wurde angenommen, daß das Suspensorialband des Amnions genau median gelagert ist, was in der Regel nicht der Fall zu sein scheint. Wenigstens sah ich es bei den von mir untersuchten Objekten meist etwas rechts oder links von der Medianebene schief oder etwas gebogen über den Kopf des Embryos herabziehen und bis an den vorderen Pol des Dottersackes reichen. In der vorliegenden Figur sind das Amnion und die seröse Haut sowie die Verbindung zwischen diesen beiden Membranen durch gelbe Linien gekennzeichnet, während der Dottersack blau und die Allantois rot gehalten sind.

Führt man Schnitte senkrecht auf die Oberfläche der serösen Haut durch die Gegend der sero-amniotischen Verbindung, so erhält man Bilder, wie ein solches in nebenstehender Fig. 1 wiedergegeben ist. Die sero-amniotische Verbindung zeigt sich dabei als eine ziemlich mächtige, aus epithelialen Elementen zusammengesetzte Zellplatte, die an vielen Stellen eine höckrige Oberfläche aufweist. Besonders unregelmäßig fand ich die Oberfläche der Zellplatte in einem Falle in der Nachbarschaft des vorderen Dottersackpoles, indem hier unregelmäßige Zapfen und leistenförmige Vorragungen an ihr festzustellen waren. Ähnliche Unregelmäßigkeiten hat übrigens schon Mitsukuri an der sero-amniotischen Verbindung von *Tryonix japonica* (vergl. seine Fig. 84*a*) beobachten können. Gewöhnlich zeigt aber die sero-amniotische Verbindung von *Emys*, was ihren Bau anbelangt, ähnliche Verhältnisse wie die von *Clemmys japonica* (vergl. die Angaben von Mitsukuri 14). Zu beiden Seiten ist sie von einer Bindegewebslage bedeckt (vergl. Textfig. 1), welche den Zusammenhang der mesodermalen Schichte des Amnions mit der mesodermalen Lamelle der serösen Haut herstellt und an diese Lage schließt dann jederseits die Wand der

Allantois an. Dabei scheint die letztere sowohl mit dem Amnion, als auch mit der serösen Haut verwachsen zu sein. Doch ist durch das Studium der Schnitte nicht mit voller Sicherheit zu entscheiden, ob es sich um eine wirkliche Verwachsung, oder nur um eine sehr innige Aneinanderlagerung handelt. Ich versuchte deshalb praeparando an den abgezogenen Embryonalhüllen eines Exemplares einerseits die seröse Haut von der Wand der Allantois, andererseits die letztere von dem Amnion zu isolieren. Doch gelang mir dies

Fig. 1.



Schnitt durch die Embryonalhüllen eines nahezu reifen Embryos im Bereiche der sero-amniotischen Verbindung geführt.
All. = Allantois, s. a. V. = sero-amniotische Verbindung.

nur in ganz kleinen Stücken, so daß ich zu der Überzeugung kam, daß die Wand der Allantois sowohl mit dem Amnion als mit der serösen Haut, soweit sie einander anliegen, entweder verwachsen oder doch mindestens sehr fest verklebt ist.

Von dem Amniongange konnte ich in den von mir untersuchten Embryonalhüllen nahezu reifer Embryonen nichts mehr nachweisen. Wie Mehnert gezeigt hat, wandelt sich dieser Gang bei *Emys* durch Wucherung der Zellen seiner ventralen Wand und nachfolgende Obliteration in einen Epithelstrang um. Bei dem ältesten von mir mit seinen Hüllen geschnittenen Embryo, der eine Kopflänge von 2·6 *mm* hatte, ist der Gang bis auf ein ganz kurzes proximales Stück schon vollständig obliteriert.

Als ich gesehen hatte, daß den eben ausgeschlüpften Tieren weder Reste der Embryonalhüllen mehr anhingen, noch auch Reste dieser Hüllen in der Eischale zurückgeblieben waren, und daß auch der Dottersack äußerlich nicht mehr nachweisbar war, opferte ich die noch in den Brutkistchen befindlichen Eier, um über das Schicksal der Embryonalhüllen und des Dottersackes näheres zu erfahren. In der Tat gelang es mir auf diese Weise, eine Anzahl von Präparaten zu erhalten, die im wesentlichen über das, was ich erfahren wollte, Aufklärung gaben.

In Fig. 3 und 4 auf Taf. 1 ist ein Embryo abgebildet, der mit dem Abstreifen der Emoryonalhüllen begonnen hat. Man erkennt an diesen Figuren, wie der Embryo seine rechte vordere Extremität durch eine glattrandig begrenzte Öffnung der Embryonalhüllen herausstreckt. Wie ich später noch auseinandersetzen werde, dürfte es meistens die rechte Extremität sein, die zuerst die Embryonalhüllen durchbricht. Bei einem zweiten in Fig. 5, 6 und 7 abgebildeten Embryo erschien die Öffnung in den Embryonalhüllen, nachdem die Eischale entfernt worden war, schon so weit vergrößert, daß aus derselben neben der rechten vorderen Extremität auch der Kopf des Embryo herausragte. Doch gelang es diesem Embryo, nachdem er in die Fixierungsflüssigkeit übertragen worden war, auch noch die linke vordere Extremität aus den Embryonalhüllen zu befreien. Ein dritter Embryo (Fig. 8) hatte die Embryonalhüllen bereits so weit abgestreift, daß nur noch ein großer Teil der Hintergliedmaßen und der Schwanz von ihnen bedeckt blieb, während der in Fig. 9 abgebildete Embryo zwar beim Herausnehmen aus dem Ei ähnliche Verhältnisse darbot wie der in Fig. 8 abgebildete, aber, nachdem er in die Fixierungsflüssigkeit gebracht worden war, die Embryonalhüllen vollständig abstreifte. Bei allen diesen vier Embryonen, die also dabei waren, sich ihrer Embryonalhüllen zu entledigen, konnte ich bei makroskopischer Untersuchung von Einrissen in diese Hüllen nicht das Geringste nachweisen. Ich hatte vielmehr den Eindruck, als würde sich an einer bestimmten Stelle der Embryonalhüllen eine Naht öffnen und aus der so entstandenen Öffnung zuerst die

rechte vordere Extremität, dann der Kopf und hierauf die linke vordere Extremität hervortreten. Natürlich lag dabei nichts näher, als an die sero-amniotische Verbindung und daran zu denken, daß die Zellen dieser Verbindung auseinanderweichen möchten und so durch den Druck der andrängenden Extremität eine zuerst kleine, dann aber rasch größer werdende Öffnung entstände, die, nachdem die rechte vordere Extremität frei geworden wäre, durch die energischen Bewegungen des Kopfes und der linken vorderen Extremität weiter vergrößert würde. Daß die Embryonalhüllen, nach dem was ich beobachtet hatte, nur im Bereiche der sero-amniotischen Verbindung gesprengt werden könnten, ging ja schon aus dem Umstande klar hervor, daß bei dem Sprengen die Allantois nirgends eröffnet wurde.

Um nun mit Sicherheit zu entscheiden, ob der als wahrscheinlich vorausgesetzte Vorgang des Auseinanderweichens der Zellen der sero-amniotischen Verbindung auch tatsächlich stattfinde, entschloß ich mich, das einzige Objekt, das mir zur Verfügung stand und von dem ich Aufklärung erwarten konnte, nämlich die Embryonalhüllen des in Fig. 3 und 4 abgebildeten Embryos, mikroskopisch zu untersuchen. Ich präparierte, nachdem ich kaudal von der die rechte Extremität durchlassenden Öffnung einen Zirkulärschnitt gemacht hatte, die die vordere Körperhälfte bedeckende Kappe der Embryonalhüllen ab und mikrotomierte dieselbe senkrecht auf die Ebene der Öffnung.

Das, was ich bei der Durchmusterung der Schnittserie fand, hat mich nun insoferne enttäuscht, als ich volle Klarheit über den Prozeß der Eröffnung der Amnionhöhle und des Entstehens der Öffnung in den Embryonalhüllen nicht gewinnen konnte. Nur das eine glaube ich mit voller Sicherheit sagen zu können, daß nämlich die Eröffnung der Amnionhöhle in dem in Fig. 3 und 4 abgebildeten Falle nicht durch Auseinanderweichen der zelligen Elemente der sero-amniotischen Verbindung, sondern durch ein Einreißen der Embryonalhüllen neben dieser Verbindung erfolgte, welche allerdings eine Eröffnung des Allantoiskavums nicht zur Folge hatte.

Nebenstehende Fig. 2 zeigt uns einen Schnitt durch die Ränder der Öffnung.[1] Der mediale Rand erscheint dicker als der laterale. Dabei erkennt man, daß sich die Höhle der Allantois bis nahe an den

Fig. 2.



Schnitt durch die beiden Ränder der Öffnung in den Embryonalhüllen des Embryos der Fig. 3 und 4 auf Tafel 1.
All. = Allantois, E. = Epithellamelle.

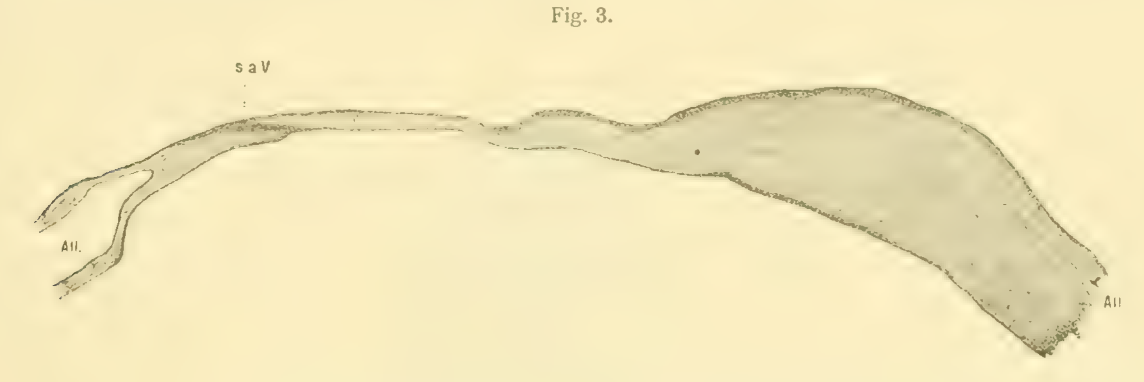
medialen Rand heran erstreckt, während sie sich in ziemlich weiter Entfernung vom lateralen Rande befindet. Die Ränder selbst sind von einem niedrigen Epithel überzogen, welches ähnlich aussieht wie das angrenzende Epithel des Amnions und der serösen Haut. Wäre nun die Öffnung in der Weise entstanden, wie ich dies ursprünglich für wahrscheinlich gehalten hatte, so würden weitere Komplikationen im Baue der Ränder nicht nachzuweisen sein. Dies ist aber nicht der Fall. Betrachtet man den medialen Rand genauer, so bemerkt man, daß von dem Epithelüberzuge seiner dem Embryo zugewendeten Fläche eine breitbasige Epithelplatte ausgeht, die mit dem Epithelüberzuge der serösen Haut in kontinuierlicher Verbindung steht. Zwischen dieser Epithelplatte aber und dem Epithelüberzuge des Randes selbst befindet sich eine ziemlich dicke Lage von Bindegewebe. Verfolgt man die Epithelplatte durch die Schnittserie kaudalwärts, so wird es evident, daß sie nichts anderes ist als die Epithelplatte der sero-amniotischen Verbindung. Aus dieser Tatsache muß gefolgert werden, daß die Öffnung in unserem Falle durch einen

[1] Die Distanz zwischen den beiden Rändern wurde in der Figur aus Gründen der Raumersparnis auf gut ein Viertel reduziert.

Einriß an der rechten Seite der sero-amniotischen Verbindung gebildet wurde, wobei sich die Ränder der so entstandenen Öffnung sofort mit Epithel überzogen haben müssen. Aber auch der laterale Rand der Öffnung, an den eine stark verdünnte Partie der Embryonalhüllen anschließt, in welche die Allantoishöhle nicht hineinreicht, enthält eine ähnliche Epithelplatte, die ebenfalls breitbasig an seiner Amnionseite beginnt und sich von hier aus schief durch die dünne Partie der Embryonalhüllen hindurchzieht, um in unmittelbarer Nachbarschaft des gegen den Rand vorspringenden Teiles der Allantois mit dem Epithel der serösen Haut in Verbindung zu treten. Verfolgt man die Epithellamellen der beiden Ränder kranialwärts, so sieht man, daß sie im kranialen Rande der Öffnung unmittelbar ineinander übergehen. Es erstreckt sich also die Epithellamelle, die, wie oben gesagt wurde, eine Fortsetzung der sero-amniotischen Verbindung ist, aus dem medialen Rande der Öffnung durch den kranialen in ihren lateralen und zeigt während ihres Verlaufes durch den kranialen Rand ganz ähnliche Beziehungen zum Epithel der serösen Haut und des Amnion wie im Bereiche des lateralen Randes.

Die Schnitte, welche den kaudalen Rand der Öffnung in tangentialer Richtung trafen, ergaben leider keine ganz klaren Bilder. Erstlich war die Schnittrichtung der Untersuchung nicht gerade günstig und

Fig. 3.



Schnitt durch die ventral vom Kopfe befindliche Partie der Embryonalhüllen des Embryos der Fig. 3 und 4 auf Tafel 1. All. = Allantois, s. a. V. = sero-amniotische Verbindung.

zweitens war der kaudale Rand nicht unerheblich verletzt, Verletzungen, welche ich darauf zurückführe, daß der Embryo, nachdem er in die Fixierungsflüssigkeit gebracht worden war, noch längere Zeit hindurch sehr lebhafte Bewegungen mit seiner freien Extremität ausgeführt hatte, und zwar auch dann noch, als die Embryonalhüllen in ihren oberflächlichen Partien bereits durchfixiert waren. Diese Bewegungen, die wegen der Lage der Öffnung hauptsächlich gegen ihren kaudalen Rand gerichtet waren, hatten nun zur Folge, daß dieser Rand mehrfach verletzt wurde, was nicht hätte geschehen können, wenn die Embryonalhüllen ihre vitale Elastizität hätten beibehalten können. Ich vermag daher über die Verhältnisse des kaudalen Randes der Öffnung nur auszusagen, daß er von einer ziemlich mächtigen Epithelverdickung von unregelmäßiger höckeriger Oberfläche besetzt war, die aber ebenso wie die unterliegenden Gewebsschichten eine Reihe von Läsionen aufwies. Insbesondere war auch das Epithel der serösen Haut und des Amnions in der Nachbarschaft des kaudalen Öffnungsrandes abgehoben und lädiert, Läsionen, die sich auch eine Strecke weit gegen den medialen Rand der Öffnung verfolgen ließen, während der laterale Rand, der offenbar durch die Bewegungen der Extremität weniger zu leiden hatte, keine solchen Läsionen zeigt. Freilich könnte man die vorhandenen Läsionen auch für physiologische ansehen, doch glaube ich nach der ganzen Sachlage nicht, daß dies richtig wäre.

Die Epithellamelle des lateralen Öffnungsrandes endigt unmittelbar kaudal vom kaudalen Rande der Öffnung in etwas unregelmäßiger Weise, die hier ausführlicher zu beschreiben keinen Zweck hätte. Nur möchte ich noch hervorheben, daß sie mit einem spitzen Fortsatze an dem Epithel der serösen Haut ausläuft.

Obenstehende Fig. 3 stellt einen Schnitt dar, welcher in einiger Entfernung kaudal vom Rande unserer Öffnung geführt ist. Er zeigt uns vor allem die sero-amniotische Verbindung, die, wie schon früher

erwähnt wurde, die Fortsetzung der Epithellamelle des medialen Öffnungsrandes in kaudaler Richtung bildet. Vor allem aber wurde der Schnitt abgebildet, um zu zeigen, wie weit in dieser Gegend, im Vergleiche mit Stadien, in denen die Eröffnung der Embryonalhüllen noch nicht begonnen hat, die beiden Teile der Allantoishöhle auseinanderliegen und wie sich zwischen den beiden Allantoisausladungen eine breite Bindegewebsplatte ausgebildet hat, die nur durch eine Vermehrung und Ausdehnung der an der rechten Seite der sero-amniotischen Verbindung gelegenen Bindegewebsmasse des sogenannten Suspensorialbandes des Amnions gebildet worden sein konnte. Besonders dünn ist diese Platte in der unmittelbaren Nachbarschaft der sero-amniotischen Verbindung, während sie weiter nach rechts hin eine recht erhebliche Verdickung aufweist.

Ich kann somit nach den im obigen mitgeteilten Tatsachen bezüglich des in Fig. 3 und 4 abgebildeten Objektes nur das Eine mit Sicherheit sagen, daß bei ihm die Eröffnung der Embryonalhüllen ohne direkte Beteiligung der sero-amniotischen Verbindung an der rechten Seite dieser Verbindung erfolgte. Wie aber die Verhältnisse des Randes der einmal entstandenen Öffnung zu erklären wären, dafür fehlt mir vorläufig noch der Schlüssel. Hier könnte nur die Untersuchung eines Objektes, bei welchen nur erst eine ganz kleine Öffnung in den Embryonalhüllen gebildet ist, Aufklärung bringen. Über ein solches Objekt verfüge ich jedoch leider nicht und es wird auch nicht ganz leicht sein eines zu erhalten. Mußte ich doch nahe an 40 Eier opfern, um die in den Fig. 3 bis 11 auf Taf. 1 abgebildeten Stadien zu bekommen. Und dabei konnte ich noch recht zufrieden sein, daß mir der Zufall wenigstens einige mit Rücksicht auf das Abstreifen der Embryonalhüllen wichtige Entwicklungsstadien in die Hand spielte.

Daß die einmal gebildete Öffnung der Embryonalhüllen durch energische Bewegungen des Kopfes und der Extremitäten rasch eine Vergrößerung erfahren muß, ist wohl einleuchtend. Ob diese Vergrößerung aber nur durch eine Dehnung der Ränder der Öffnung erfolgt, oder ob die Bindegewebsplatte, welche sich zwischen der sero-amniotischen Verbindung und der rechten kranialen Allantoisausladung befindet (vergl. Textfig. 3), bis an den vorderen Pol des Dottersackes heran einreißt, vermag ich natürlich nicht zu sagen. Sicher ist, daß bei dem in den Fig. 5, 6 und 7 abgebildeten Objekte der ventrale Rand der Öffnung den kranialen Pol des Dottersackes bereits erreicht hat.

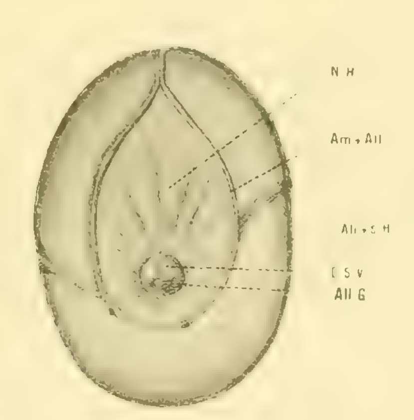
Ich habe in Fig. 23 auf Taf. 2 versucht, die Verhältnisse der Embryonalhüllen dieses Objektes darzustellen. Der Leser wird sich nun bei Betrachtung dieses Schemas leicht ein Bild davon machen können, wie die Embryonalhüllen weiter abgestreift werden und wie sich schließlich Verhältnisse herstellen, wie sie der in Fig. 10 und 11 auf Taf. 1 abgebildete Embryo zeigt. Bei diesem Embryo scheint von den Embryonalhüllen nichts mehr vorhanden zu sein. Nur der mächtige Dottersack ist noch zu sehen. Wenn man aber den Dottersack genauer betrachtet, so erkennt man (vergl. insbesondere Fig. 11) an seiner Oberfläche zwei Felder, die durch einen ringförmigen, mit der kaudalen Zirkumferenz der Nabelöffnung in Verbindung stehenden Wulst scharf voneinander gesondert sind. Das kleinere, mehr dem Bauchschilde des Embryo zugewendete Feld erschien dabei an dem noch nicht fixierten Objekte intensiv dottergelb gefärbt, ziemlich glatt und anscheinend gefäßlos, während im Bereiche des größeren Feldes zahlreiche Gefäße vorhanden waren, die von Stämmen ausgingen, welche gegen den kaudalen Rand der Nabelöffnung hin verfolgt werden konnten. Auch war die Farbe dieses Feldes eine mehr rötliche. Das in Fig. 24 auf Taf. 2 dargestellte Schema zeigt nun, wie bei diesem Embryo die Verhältnisse im Bereiche des Dottersackes liegen. Indem sich nämlich die zurückgestreiften Embryonalhüllen zusammengezogen und dem Dottersacke innig angelegt haben, wird der größere Teil des Dottersackes von der mit Amnion und seröser Haut überkleideten Allantois bedeckt, während sein kleinerer Teil nur von jenen Abschnitten des Amnions überzogen ist, den ich in der Folge als Nabelhaut bezeichnen und näher charakterisieren werde. Dabei besteht zwischen der eigentlichen Dottersackwand und der Hülle des Dottersackes keinerlei Verbindung, so daß also auch die Gefäße des Dottersackes mit denen der Allantois nicht in Kommunikation treten können, eine Tatsache, welche schon E. Giacomini (5, 6) bekannt war. Der Dottersack steckt also jetzt in einem häutige Sacke, der vom Amnion, der serösen Haut und der Allantois gebildet wird. Dabei ist dieser Sack in seinem größeren Anteile dreischichtig (zwei Lamellen Allantois und eine Lamelle zum Teil

aus Amnion, zum Teil aus seröser Haut gebildet). Ich will diesen Sack in der Folge als Dottersackhülle bezeichnen. Wenn ich für ihn nicht den Namen Hautdottersack wähle, den Voeltzkow (24) für die Hülle des Dottersackes der Krokodile verwendet hat, so geschieht dies, weil die Hüllen des Dottersackes von *Emys* und von *Crocodilus* einander nicht völlig entsprechen, denn an der Bildung der Dottersackhülle von *Emys* beteiligen sich die gesamten Embryonalhüllen, was bei *Crocodilus*, wie ich den Angaben Voeltzkow's entnehme, nicht der Fall ist.

Das Amnion ist, wie bereits die Untersuchung jüngerer Stadien lehrt, nicht allenthalben gleich dünn. Entfernt man in einem Stadium, wie ein solches in Fig. 1 und 2 auf Taf. 1 abgebildet ist, den Embryo vom Dottersacke in der Weise, daß der dem Bauchschilde anliegende Teil des Amnions im Zusammenhange mit dem Dottersacke verbleibt, so erkennt man, daß das Amnion in der Umgebung der Nabelöffnung sehr viel dicker ist, als in seinen peripheren Partien.

Untenstehende Fig. 4 zeigt in halbschematischer Weise den Umfang dieser dickeren Partie des Amnions in ihrer Beziehung zum Dottersacke und zu den Hauptgefäßstämmen der Allantois, wie sie sich nach Hinwegnahme des Embryos präsentiert. Sie reicht kranial bis an den kranialen Pol des Dottersackes heran, während sie kaudal vom Nabel auf eine relativ schmale Zone beschränkt ist. Da diese Partie des

Fig. 4.



Ansicht des Dottersackes und der Nabelhaut eines nahezu reifen Embryos.

All. G. = Allantoisgang, D. S. V. = Verbindungsstelle des Dottersackes mit der Darmwand, N. H. = Nabelhaut, Am. + All. = Amnion + Allantois, All. + s. H. = Allantois + seröser Haut.

Amnions, nachdem der Dottersack in die Leibeshöhle aufgenommen worden ist, den Abschluß der Nabelöffnung vermittelt, will ich sie in der Folge als Nabelhaut bezeichnen, ohne durch diese Bezeichnung geradezu ausdrücken zu wollen, daß sie mit der von H. Virchow (21) beim Hühnchen als Nabelhaut bezeichneten Membran vollkommen homolog sei. Die Nabelhaut unterscheidet sich von den an sie anschließenden Partien des Amnions, wie schon erwähnt wurde, vor allem durch ihre größere Dicke (vergl. Fig. 21 auf Taf. 2). Ihre dem Dottersacke zugekehrte Fläche ist glatt, während die dem Bauchschilde zugewendete Fläche zahlreiche, leicht wellig verlaufende Furchen aufweist (vergl. Textfig. 4), die radiär um den Nabel angeordnet sind.

Untersucht man die Nabelhaut an Durchschnitten (vergl. Fig. 21 auf Taf. 2), so hat man zunächst den Eindruck, als würde sie eine Fortsetzung der Haut des Bauchschildes darstellen. In der Tat sieht man die Epidermis des Bauchschildes nahezu unverändert, wenn auch etwas verdünnt auf die Nabelhaut übergehen, und erkennt an ihr, sowie an der übrigen Epidermis eine deutliche Epitrichialschichte. Während aber in der Lederhaut des Bauchschildes schon massenhaft kollagene Fasern entwickelt sind, die sich in den verschiedensten Richtungen überkreuzen und geradezu einen Faserfilz bilden, fehlen solche in der Bindegewebsschichte der Nabelhaut vollständig. Auch zeigt dieses Bindegewebe noch recht deutlich den Charakter embryonalen Bindegewebes. Vergeblich habe ich aber in der Nabelhaut nach glatten Muskel-

fasern gesucht, obwohl ich nach dem späteren Verhalten dieser Membran mit ziemlicher Sicherheit erwartet hatte, solche zu finden. Auch zahlreiche Blutgefäße finden sich in der Nabelhaut. Sie stehen in Verbindung mit den Blutgefäßen der Leibeswand. An ihrer Peripherie verdünnt sich die Nabelhaut ziemlich unvermittelt, um in das überaus dünne mit der Allantois verwachsene eigentliche Amnion überzugehen.

Hat sich der Embryo von seinen Hüllen befreit, so spannt sich die Nabelhaut glatt über den von der Allantois nicht bedeckten Teil des Dottersackes aus und läßt, da sie recht durchsichtig ist, die gelbe Farbe des Dottersackes gut durchscheinen, wie dies auch bei dem Embryo der Fig. 10 und 11 auf Taf. 1 der Fall war (vergl. mit Rücksicht auf das Verhalten der Nabelhaut zum Dottersacke auch das Schema Fig. 24 auf Taf. 20).

Vergleicht man die Dimensionen des Dottersackes des in Fig. 10 und 11 abgebildeten Embryo mit denen des in Fig. 6 wiedergegebenen, so hat man, auch dann, wenn man annimmt, daß der Dottersack des Embryo der Fig. 10 und 11 schon von vornherein etwas kleiner war, als der des Embryo der Fig. 6, entschieden den Eindruck, als hätte er sich nach dem Abstreifen der Embryonalhüllen etwas verkleinert. Tatsächlich ist denn auch der Dottersack dieses Embryo, soweit er äußerlich sichtbar ist, kleiner geworden, indem er zum Teile in die Bauchhöhle aufgenommen zu werden beginnt. Man erkennt dies daran, daß der Durchmesser der Nabelöffnung bei dem Embryo der Fig. 10 und 11 beinahe $1^1/_2$mal so groß geworden ist, wie bei jüngeren Embryonen.

Die Aufnahme des Dottersackes scheint nun recht rasch vor sich zu gehen. Ich schätze die Zeit, in der die Aufnahme erfolgt, auf vier Tage. Zwei Tage, bevor das junge Tier das Ei verläßt, zeigt der äußerlich noch sichtbare Teil des Dottersackes Verhältnisse, wie sie die Fig. 12 auf Taf. 1 wiedergibt. Seine Hülle erscheint in leichte Falten gelegt, die von einer etwas kaudal vom ventralen Dottersackpole befindlichen seichten Einziehung ausgehend, radiär gegen den Rand der Nabelöffnung ziehen. Dabei scheint es, als würde nunmehr der größte Teil der Dottersackhülle allein von der Nabelhaut gebildet sein und sich nur in den kaudal von der oben erwähnten Einziehung befindlichen Partien die Allantois an der Hüllenbildung beteiligen. Daß dies tatsächlich der Fall ist, sehe ich bei einem Embryo, dessen Dottersack schon nahezu vollständig in die Bauchhöhle aufgenommen war und bei dem ich das Bauchschild von der kranialen Seite her vorsichtig abgelöst hatte. Von der Leibeshöhlenseite her betrachtet, präsentierte sich bei ihm der Nabel als ein ovales Fenster, das durch die ziemlich durchsichtige, bruchsackartig vorgetriebene Nabelhaut verschlossen war, an deren Innenseite, und zwar im Bereiche ihrer kaudalen Hälfte, ein ovoider rötlich gefärbter Körper, ein Rest der gänzlich verschrumpften Allantois und ihrer Hüllen aufsaß, von dem sich ein platter Strang, der Rest des Allantoisganges mit der anschließenden Harnblase, gegen das Becken herabzog.

Auch E. Giacomini (9) hat diesen ovoiden Körper bei ganz jungen Schildkröten beobachtet und ihn, wie ich glaube, mit vollem Rechte mit dem von ihm bei anderen Reptilien beobachteten Corpus allantoideum verglichen.

Wie erfolgt nun die Aufnahme des Dottersackes in die Leibeshöhle oder, richtiger gesagt, durch welche Kräfte wird er in die Leibeshöhle hineingedrückt? Da die Nabelhaut, die nur einen kleinen Abschnitt der Dottersackhülle bildet, wie früher schon erwähnt wurde, keine glatten Muskelfasern enthält, kann für die Beistellung von Kräften, welche den Dottersack in die Leibeshöhle hineinbefördern, zunächst wohl nur jener größere Teil seiner Hülle in Betracht kommen, der aus den beiden Lamellen der Allantois und dem mit ihrer Außenlamelle verwachsenen, zum Teile aus dem Amnion, zum Teile aus der serösen Haut gebildeten Blatte besteht (vergl. Fig. 24). In der Tat läßt sich nachweisen, daß in der Wand der Allantois glatte Muskelfasern in großer Menge vorkommen, deren Züge sich unmittelbar in die ziemlich ansehnliche Schichte glatter Muskulatur des Allantoisganges fortsetzen. Stellen wir uns nun vor, daß sich diese glatten Muskelfasern der Allantois zusammenziehen, so wird durch sie sicherlich ein Druck auf den Dottersack ausgeübt werden, der ihn, da die Nabelhaut eine ziemliche Resistenz zu besitzen scheint, nur durch die Nabelöffnung in die Bauchhöhle hineinbefördern kann. Dabei stelle ich mir jedoch vor, daß die Wirkung der glatten Muskelfasern auch noch durch andere Kräfte unterstützt werden dürfte, die durch in der Wand

der Allantois selbst sich abspielende Prozesse, die zur Schrumpfung des ganzen Organes und zu seiner Umbildung in das Corpus allantoideum führen, erzeugt sind.

Nun sehen wir aber (vergl. Fig. 12), daß, nachdem der von der Allantois beigestellte Teil der Hülle des Dottersackes fast vollständig verschwunden ist, noch ein kleiner von der Nabelhaut bedeckter Teil des Dottersackes prominiert, der noch etwas später auch in die Leibeshöhle Aufnahme findet. Für diesen Teil des Dottersackes kann nur eine Schrumpfung der Nabelhaut das treibende Moment abgeben. Und eine solche Schrumpfung muß denn auch tatsächlich stattfinden, wenn sich Verhältnisse in der Nabelgegend herstellen sollen, wie sie etwa die Fig. 13 zeigt. Übrigens beweisen auch die an der den Nabel verschließenden Nabelhaut bei neugeborenen Tieren zu beobachtenden Faltenbildungen evident, daß ein solcher Schrumpfungsprozeß stattgefunden haben muß.

Erwähnen will ich hier übrigens noch, daß mindestens eine oberflächliche Schichte der gelblich gefärbten Nabelhaut etwa drei bis vier Wochen nach der Geburt abgestoßen wird und dann das stark verschmälerte Nabelfeld, das nun die Gestalt eines im Vergleiche zu seiner Breite sehr langen spitzwinkeligen Rhomboids zeigt, nicht mehr gelblich sondern rötlich gefärbt ist.

Über die Art und Weise wie bei anderen Sauropsiden, bei denen der Dottersack in die Leibeshöhle aufgenommen wird, dieser Prozeß vor sich geht, liegen mehrfach Angaben vor. H. Virchow (21) hat den Prozeß zuerst für das Hühnchen genauer beschrieben und E. Giacomini (7) hat ihn später bei *Lacerta muralis* und *Tropidonotus* verfolgt und gezeigt, daß er im wesentlichen ähnlich abläuft wie beim Hühnchen, nur daß er in Übereinstimmung mit den Angaben Rathke's bei *Tropidonotus* und *Vipera* eine Beteiligung der glatten Muskulatur des Dottersackstieles bei diesem Prozesse nachweisen konnte. Auch spielt nach den Angaben dieses Autors die sich zusammenziehende Innenlamelle der Allantois bei dem Prozesse der Aufnahme eine nicht unwesentliche Rolle. In einer folgenden Abhandlung (8) hat dann derselbe Autor auseinandergesetzt, daß auch bei den Vögeln (er hatte hauptsächlich Embryonen der Taube untersucht) eine Verkürzung des Dottersackstieles bei der Aufnahme des Dottersackes zu konstatieren sei und daß außer der Zusammenziehung der Nabelhaut auch die glatten Muskelfasern des mit ihr in Verbindung stehenden Allantoisstieles einen Einfluß auf die Beförderung des Dottersackes ausüben dürften.

Später hat endlich Voeltzkow (24) in ziemlich eingehender Weise die Aufnahme des Dottersackes bei den Embryonen von *Crocodilus* beschrieben und an der Hand eines guten Schemas erläutert, wobei er zu dem Resultate kommt, daß auch bei dieser Form die Aufnahme in ähnlicher Weise erfolgt und durch ähnliche Kräfte herbeigeführt wird wie beim Hühnchen.

Aber alle bisher auf das Schicksal ihrer Embryonalhüllen untersuchten Formen der Sauropsiden zeigen das Gemeinsame, daß bei ihnen, bevor sie das Ei verlassen, ein Teil ihrer Embryonalhüllen verloren geht, respektive im Ei zurückbleibt. Ja bei gewissen Formen, wie bei *Lacerta vivipara* (Strahl, 19) und *Seps chalcides* (E. Giacomini, 7), wird sogar der allerdings stark verkleinerte Dottersack mit den ganzen Embryonalhüllen abgestoßen. Beim Krokodil (Voeltzkow 23) und bei den Vögeln wieder bleiben die Embryonalhüllen, soweit sie nicht an der Bildung der Dottersackhülle (Hautdottersack Voeltzkow's Nabelhaut H. Virchows) beteiligt sind, in der Eischale zurück, während die sich zusammenziehende Dottersackhülle nach der Aufnahme des Dottersackes in die Leibeshöhle die Nabelöffnung verschließt Bei *Lacerta muralis* konnte sich E. Giacomini (7) davon überzeugen, daß nur kleine Stücke der äußeren Lamelle der Allantois und der serösen Haut in der Eischale zurückbleiben, während die übrigen Teile der Allantois und das Amnion kurze Zeit bevor der Embryo das Ei verläßt in die Leibeshöhle aufgenommen werden. Mit Recht bezeichnet E. Giacomini diesen bei *Lacerta muralis* beobachteten Vorgang als einen sehr primitiven.

Aber noch sehr viel primitiver liegen in dieser Beziehung, wie aus meinen Angaben zu ersehen ist, die Verhältnisse bei *Emys*, indem bei diesem Tiere von den Embryonalhüllen in der Regel auch nicht der geringste Teil abgestoßen wird, abgesehen davon, daß die Embryonalhüllen selbst gesprengt werden, ohne daß ein Zerreißen der Allantois erfolgt. Darüber, wie sich in dieser Beziehung andere Schildkrötenarten verhalten, scheint nur wenig bekannt zu sein. So weit ich sehen konnte, sind es nur Angaben von

Mitsukuri (11), welche sich auf *Clemmys japonica* beziehen, die hier in Betracht kommen. Mitsukuri schildert den Vorgang des Abstreifens der Embryonalhüllen bei *Clemmys* folgendermaßen: »The Amnion is torn into shreds, but the Allantois seems to be split open by the anterior limbs of the emerging embryo along the sero-amniotic seam — if not always, at least in some cases, for I have specimens in which the Allantois has been cast away in this manner and is uninjured.» Bei dieser Schildkrötenform kommt es also mindestens in einzelnen Fällen vor, daß, während das Amnion zerrissen wird, die Allantois beim Abstreifen der Embryonalhüllen keine Verletzung erleidet. Aber die Angaben Mitsukuri's sind doch nicht so erschöpfend, daß man sich ein vollkommen klares Bild von den Verhältnissen bei *Clemmys* machen, könnte, und vor allem läßt sich schwer entscheiden, ob sich nach dem Abstreifen der Embryonalhüllen, nachdem vorher das Amnion zerrissen worden war, ähnliche Verhältnisse herstellen können, wie sie bei *Emys* festgestellt wurden. Jedenfalls verhält sich aber *Clemmys*, trotzdem bei ihr das Amnion zerrissen wird, primitiver als andere Reptilien, weil bei ihr die Allantois unverletzt bleiben kann, oder vielleicht sogar in der Regel unverletzt bleibt. Jedenfalls wird es von Wichtigkeit sein festzustellen, ob auch bei anderen Schildkröten ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei *Emys*. Sollte sich dies, wie ich für sehr wahrscheinlich halte, wirklich herausstellen, so wird man sagen können, was jetzt schon für *Emys* gesagt werden kann, daß in dieser Beziehung die Schildkröten als diejenigen Vertreter der Reptilien erscheinen, bei denen sich die ursprünglichsten Verhältnisse erhalten haben. Noch primitiver würde allerdings der Vorgang des Abstreifens der Embryonalhüllen erscheinen, wenn ihre Eröffnung durch ein Auseinanderweichen der Zellen der sero-amniotischen Verbindung erfolgen würde. Es ist übrigens durchaus nicht unmöglich, daß einmal eine Schildkrötenform gefunden wird, bei der dieser als besonders primitiv anzusehende Vorgang bei der Eröffnung der Embryonalhüllen sich tatsächlich vollzieht.

Hinweisen möchte ich schließlich noch darauf, daß man sich aus Verhältnissen der Embryonalhüllen, die denen von *Emys*, wie sie von mir in Fig. 22 auf Taf. 2 dargestellt wurden, ähnlich sind, ohne große Schwierigkeiten Verhältnisse entwickelt denken kann, wie sie Voeltzkow (24) für das Krokodil (vergl. seine schematische Fig. 1 auf p. 376) festgestellt hat. Man braucht sich ja nur vorzustellen, daß vor allem die sero-amniotische Verbindung schwindet und daß die Nabelhaut eine größere Ausdehnung erlangt, als dies bei *Emys* der Fall ist. Sie wird dann allmählich parallel mit einer von ihrer Wachstumszunahme abhängigen und in der gleichen Richtung vor sich gehenden Ausdehnung der Amnionhöhle einen immer größeren Teil des Dottersackes umfassen, bis schließlich von diesem, so wie dies bei *Crocodilus* tatsächlich der Fall ist, nur eine ganz kleine, nicht von der Nabelhaut bedeckte Partie seiner Ventralseite frei bleibt.

Die sogenannte Eischwiele, ihre Entwicklung und die Rolle, welche sie beim Verlassen des Eies spielt.

Das Vorkommen einer sogenannten Eischwiele bei Schildkröten hat als erster Mayer in Bonn (10) im Jahre 1841 für die Carettschildkröte festgestellt und hervorgehoben, daß das Gebilde, ähnlich wie die ebenfalls von ihm zuerst beschriebene Eischwiele der Krokodile und des Hühnchens,[1] ein krystallinischer Hornzahn, ein Gebilde der äußeren Haut, also eine andere Bildung sei, als der im selben Jahre von Johannes Müller (15) bei Eidechsen und Schlangen entdeckte Eizahn. Später hat dann Röse (17), der den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen für das Gebilde eingeführt hat, die Eischwiele von *Chelone midas* abgebildet. Aber seine Abbildung zeigt eigentlich nur den Sitz des Gebildes und gibt weder eine klare

[1] Meines Wissens war Yarell (25) der Entdecker der Eischwiele der Vögel.

Vorstellung von seiner Form, noch von seiner Beziehung zum Hornbelag des Oberkiefers.[1] Da mir andere Abbildungen der Eischwiele einer Schildkröte nicht bekannt geworden sind, habe ich photographische Bilder dieses Organes einer neugeborenen *Emys* in Fig. 14 und 15 auf Taf. 1 wiedergegeben. Besonders gut präsentiert sich die Eischwiele in der Ansicht von der Seite (Fig. 15) und in der Dorsalansicht (Fig. 14). Sie stellt ein niedriges, mit ziemlich scharfer Spitze versehenes, breitbasig der Schnauzenspitze aufsitzendes Horn dar, welches dorsalwärts gegen die übrige Haut scharf abgegrenzt erscheint (Fig. 14), während es seitlich und ventral ohne Grenze in den Hornbelag des Kiefers übergeht (Fig. 15). Wie der in Fig. 20, Taf. 2 abgebildete Sagittaldurchschnitt lehrt, bildet die Eischwiele ein Continuum mit dem Hornbelag des Oberkiefers. Sie besteht wie dieser aus echter Hornsubstanz, das heißt aus platten verhornten Elementen, die mindestens, so weit ihre oberflächlichen Schichten in Betracht kommen, keinerlei Kernreste mehr erkennen lassen, während in den der Schleimschichte der Epidermis zunächst gelegenen Schichten noch Kernreste nachgewiesen werden können. Dieselben nehmen aber bei der von mir benützten Doppelfärbung mit Parakarmin und Bleu de Lyon nur den letzteren Farbstoff auf. Zur Zeit, wenn das junge Tier das Ei verläßt, besitzt die Eischwiele an ihrer Spitze keinen Überzug von Seiten der sogenannten Epitrichialschichte mehr, nur an ihren Abhängen sind noch spärliche Reste dieser Schichte in Form eines überaus dünnen Belages nachzuweisen, der in Fig. 20 auf Taf. 2 wegen seiner Dünne nicht wiedergegeben werden konnte. Auch scheint dieser Überzug nur noch aus Zellresten der an die Hornsubstanz der Eischwiele jüngerer Entwicklungsstadien angrenzenden Schichte platter Elemente des Epitrichiums zu bestehen. Wenigstens konnte ich in diesem Belage bei dem einen untersuchten Objekte keine unverletzte Zelle mehr nachweisen.

Nicht bei allen Schildkröten besitzt die Eischwiele die gleiche Gestalt. So sehe ich sie bei einem nahezu reifen Embryo von *Testudo graeca* annähernd meißelförmig (vergl. Fig. 16 auf Taf. 1) gestaltet. Nur weiß ich freilich nicht, ob diese Gestalt auch dann noch erhalten bleibt, wenn die ziemlich dicke Epitrichialschichte abgestoßen wird und die eigentliche Hornsubstanz zu Tage tritt. Denn jedenfalls ist bei dem Embryo der Fig. 16 die Eischwiele noch von einer ansehnlichen Lage epitrichialer Zellen bedeckt.

Über die Entwicklung der Eischwiele bei Schildkröten gibt Röse (17) an, daß sie in ähnlicher Weise erfolge, wie bei den Vögeln, eine Angabe, die ich im allgemeinen nur bestätigen kann. Ihre Entwicklung beginnt bei *Emys* relativ frühzeitig. Sie erscheint bei Embryonen von 4·2 *mm* Kopflänge als eine ganz niedrige, kaum merkbare Erhabenheit im Bereiche der Schnauzenspitze. Dieselbe ist durch eine lokale Vermehrung der zelligen Elemente der Schleimschichte der Epidermis bedingt. Infolge dieser Vermehrung wird im Gebiete der Eischwielenanlage das Stratum Malpighii mehrschichtig, während es im Gebiete des übrigen Körpers im allgemeinen noch aus einer einfachen Lage kubischer oder noch

---

[1] Röse macht dabei eine unrichtige Angabe, die ich hier korrigieren möchte. Er sagt: »Johannes Müller, der bei Schlangen und Eidechsen den wahren Eizahn entdeckte, fand bei Krokodilen und Schildkröten auf der Fläche des Oberkiefers ein Gebilde, welches er sehr richtig mit der Eischwiele der Vögel vergleicht.« Nun war es aber nicht Johannes Müller, sondern Mayer in Bonn, der die Eischwiele bei Krokodilen und Schildkröten entdeckt hat und zwar nachdem im gleichen Jahre J. Müller den Eizahn von Schlangen und Eidechsen beschrieben hatte. Letzterer hat dabei allerdings darauf hingewiesen, daß man diesen Zahn mit der Schwiele am Oberschnabel des Vogelfötus vergleichen könnte, hebt aber ausdrücklich hervor, daß diese Schwiele keine Ähnlichkeit mit einem Zahne habe.

Röse hat offenbar weder die Mitteilung von J. Müller, noch die von Mayer im Originale nachgelesen, sondern sich auf das verlassen, was Gardiner (3) sagt, der aber die Angaben der beiden erstgenannten Autoren auch nicht richtig wiedergibt. Gardiner spricht nämlich zuerst über das, was Mayer über die Eischwiele des Hühnchens sagt, meint, daß Mayer, da er von zwei Eizähnen spricht, einen abnormalen Embryo untersucht habe und fährt dann fort: »In demselben Jahre entdeckte J. Müller bei einigen Schlangen und Eidechsen einen Zwischenkieferzahn, welcher, um die Eihaut zu spalten, aus der Mundhöhle herausragt. Auch die Krokodile und Schildkröten besitzen nach ihm einen Eizahn, aber einen solchen, der sich auf der Fläche des Oberkiefers erhebt und mit dem Vogelzahne verglichen wird.« Diesen Vergleich hat nun nicht J. Müller, der die Eischwiele der Krokodile und Schildkröten damals gar nicht kannte, sondern Mayer angestellt.

niedrigerer Elemente (vergl. Fig. 17) besteht. Dagegen setzt sich das Epitrichium, dessen Zellen sich mit Parakarmin besonders intensiv färben, über der Eischwiele, ebenso wie in der übrigen Epidermis aus einer einfachen Lage kubischer Elemente zusammen und nur an einzelnen Stellen der Anlage findet man in dieser Schichte zwei übereinanderliegende Zellen vor. Gegen die Peripherie der Eischwielenanlage werden aber diese Zellen rasch niedriger und übergehen in die ganz platten Zellen des Epitrichiums der Umgebung.

Bei einem Embryo von 5·12 *mm* Kopflänge tritt die Eischwielenanlage als stumpfkonischer Zapfen schon sehr deutlich über die Umgebung hervor und man erkennt an einem medianen Sagittalschnitte durch dieselbe, wie ein solcher in Fig. 18 auf Taf. 2 wiedergegeben ist, wie dieser Zapfen hauptsächlich infolge einer lokalen Vermehrung der Zellen der Schleimschichte, die die Grundlage der ganzen Anlage bilden, entstanden ist. Diese Zellen zeichnen sich vor den übrigen Zellen der Schleimschichte durch ihren etwas größeren Kern und dadurch aus, daß an ihnen die Kernmembran besonders scharf hervortritt. Gegeneinander sind die Zellen kaum abgrenzbar. Ihr Protoplasma färbt sich mit Bleu de Lyon intensiv blau und hält bei der Differenzierung in 70 % Alkohol diesen Farbstoff auch dann noch zurück, wenn ihn die übrigen Zellen bereits wieder abgegeben haben. Das letztere gilt übrigens auch für die tiefste an die Lederhaut angrenzende Schichte des Stratum Malpighii der Eischwielenanlage, von welcher ja die Zellvermehrung ausgeht, während die auf sie folgenden, bereits der Eischwiele selbst angehörigen Schichten eine an Intensität allmälig zunehmende Blaufärbung zeigen. Offenbar hängt diese Affinität des Protoplasmas der aus dem Stratum Malpighii entstandenen Zellen der Eischwielenanlage für den blauen Farbstoff mit chemischen Veränderungen desselben zusammen, die dem Verhornungsprozesse unmittelbar vorhergehen.

Bedeckt ist die eigentliche Eischwielenanlage von einer mächtigen Schichte epitrichialer Zellen, die wieder aus zwei Lagen besteht. Die oberflächliche Lage ist über der Kuppe der Eischwiele einschichtig und besteht hier aus platten Zellen (vergl. Fig. 18), die nach den Seiten hin ganz allmählich höheren Elementen Platz machen, die schließlich in der Nachbarschaft der Eischwielenbasis recht hoch werden und unregelmäßig prismatische Formen annehmen. Auch wird die Lage hier an manchen Stellen bereits zweischichtig, wobei die tiefer liegenden Zellen kubische oder polygonale Formen darbieten. Die tiefe Lage der Epitrichialschichte dagegen besteht aus ganz platten, im Durchschnitte spindelförmig erscheinenden Zellen, die über der Kuppe der Eischwiele nur in einfacher Lage vorkommen, während sie in der Nachbarschaft ihrer Basis auf eine kurze Strecke weit in zwei Schichten übereinandergelagert gefunden werden. Dabei zeigt diese Zellschichte hier keine scharfe Abgrenzung mehr gegen das Stratum Malpighii. Man erhält dadurch den Eindruck, daß diese Schichte erst sekundär vom Stratum Malpighii gebildet wird und daß fortwährend ein Nachschub von Zellen in diese Schichte aus der Zellmasse des Stratum Malpighii erfolgen müsse.[1]

Jedenfalls vermehren sich die Zellen dieser Schichte in der Folge sehr rasch, so daß sie bei einem Embryo von 6·1 *mm* Kopflänge, bei dem die Zellen der Eischwielenkuppe bereits verhornt sind, wobei sich ihre Kerne aufzulösen beginnen (vergl. Fig. 19 auf Taf. 2), über dieser bereits in doppelter Lage vorkommen, während sie in der Nachbarschaft der Eischwielenbasis eine ziemlich mächtige, mehrschichtige Lage bilden, die so wie bei etwas jüngeren Embryonen ohne scharfe Grenze in die Zellmassen des Stratum Malpighii übergehen. Aber auch die oberflächliche Lage der Epitrichialschichte zeigt sich in diesem Stadium in der Nachbarschaft der Eischwielenbasis bereits allenthalben zweischichtig. Während somit in

---

[1] Ein Stadium der Eischwielenanlage, wie es dem der Fig. 19 entspricht, hat anscheinend Rathke (16) bereits beobachtet, ohne über das was er beobachtet hatte ins klare gekommen zu sein, weil ihm offenbar die Angaben von Mayer nicht mehr in Erinnerung waren. Rathke sagt p. 228: »An dem vorderen Teile des Oberkiefers erschien sie« (die Epidermis) »viel dicker, besonders an der Spitze desselben, wo sie einen kleinen warzenförmigen und kreideweißen Auswuchs bildete, der eine geringe Menge von kohlensaurem Kalk enthielt und einige wenige kleine Luftbläschen entweichen ließ, als er mit verdünnter Salzsäure in Berührung gebracht worden war.«

diesem Entwicklungsstadium die Kuppe der Eischwiele bereits verhornt ist, finde ich sonst in keinem Edidermoidalgebilde auch nur Spuren beginnender Verhornung. Erst bei einem Embryo von 7·5 *mm* Kopflänge beginnt sich das Protoplasma der Zellen der Krallenanlagen mit Bleu de Lyon leicht bläulich zu färben, also jene Veränderungen zu zeigen, die der Verhornung vorausgehen. Und noch ein weniges später erst treten ähnliche Erscheinungen im Epidermisüberzuge der Kieferränder auf.

Erst sehr spät stößt sich die Epitrichialschichte der Eischwiele ab. Bei einem Embryo, dessen Rückenschild eine größte Länge von 20 *mm* hatte, der unmittelbar vor dem Abstreifen der Embryonalhüllen stand und bei dem der Hornbelag der beiden Kiefer bereits wohlausgebildet war, war sowohl der letztere als auch der größte Teil der Oberfläche der Eischwiele noch von einer dicken, mehrschichtigen Lage epitrichialer Zellen bedeckt. Dieselbe fehlte nur über der Spitze der Eischwiele, woraus hervorgeht, daß das Abstoßen der Epitrichialschichte an der Spitze der Eischwiele beginnt. Von einer Resorption der Zellen der Epitrichialschichte, oder gar von einer Verhornung, wodurch diese Schichte in die Hornschichte aufgenommen würde, konnte ich nichts wahrnehmen. Auch bei den ältesten von mir untersuchten Embryonen war die Epitrichialschichte stets überaus scharf gegen die Hornschichte abgegrenzt.

Erwähnen möchte ich hier noch, daß bei dem früher erwähnten Embryo mit einer größten Länge des Rückenschildes von 20 *mm* im Bereiche des Zentrums der Basis der Eischwiele an der Lederhaut deutlich die Bildung einer größeren Anzahl von Papillen nachweisbar war, die sich in entsprechende Vertiefungen der Keimschichte der Epidermis einsenkten. Reste dieser Papillen konnte ich auch an dem Objekte der Fig. 20 noch recht deutlich nachweisen.

Wie aus den über die Entwicklung der Eischwiele von *Emys* angeführten Thatsachen, sowie aus den Angaben von Gardiner (3) über die Bildung des entsprechenden Organes bei den Vögeln und denen von Sluiter (18) und Voeltzkow (23) über die Entwicklung der Eischwiele der Krokodile hervorgeht, entsteht dieses Horngebilde, wenn wir von den Verschiedenheiten der äußeren Form absehen, bei *Emys* in ganz ähnlicher Weise wie bei den Vögeln und beim Krokodil. Differenzen bestehen nur bezüglich der Gestalt der Zellen der Epitrichialschichte und bezüglich ihrer Anordnung. Übrigens scheint auch die Bildung von Papillen im Bereiche der Lederhaut unter der Basis der Eischwiele eine Besonderheit von *Emys* zu bilden.

Daß bei den Embryonen der Schildkröten die Eischwiele so wie bei den Krokodilen und Vögeln zur Eröffnung der Eischale diene, wurde bisher allgemein als festehend angenommen. Diese Annahme ist jedoch anscheinend nicht ganz richtig, insoferne als wenigstens bei *Emys* die Eröffnung der Eischale nicht durch die Eischwiele herbeigeführt wird. Ich habe bei im ganzen zehn Eiern den Vorgang des Auskriechens der Jungen aus dem Ei teilweise, oder vollständig beobachtet. Diese Beobachtung wurde in der Weise vorgenommen, daß ich an den Tagen, an welchen ich vermuten durfte, daß Junge zum Auskriechen bereit sein würden, die Eier ausgrub und untersuchte, um sie, wenn ich mich überzeugt hatte, daß ihre Schale noch unverletzt war, in derselben Lage, in der sie sich vorher befunden hatten, wieder einzugraben. Dabei entdeckte ich nun eines Tages ein Ei, welches rechts seitlich von dem (wie später konstatiert werden konnte) kranialen Eipole eine kleine Öffnung besaß, durch die das junge Tier zwei Zehen seiner rechten vorderen Extremität herausstreckte. Dieses Ei wurde nun separiert wieder eingegraben und nach einigen Stunden wieder angesehen, wobei sich ergab, daß die Öffnung so weit vergrößert war, daß das Tier nun seine rechte vordere Extremität zum größeren Teile durch dieselbe herausrecken konnte. Am nächsten Morgen fand ich dann auch an der linken Seite des Eies eine kleine Öffnung, die bis zum Nachmittag wieder so weit vergrößert war, daß die betreffende Extremität vorgestreckt werden konnte. Am folgenden Vormittage endlich wurde die zwischen den beiden Öffnungen befindliche Brücke der Schale mit Hilfe des Kopfes durchbrochen, wobei die Eischwiele jedenfalls recht gute Dienste leisten mochte. Und nach einigen weiteren Stunden hatte das junge Tier das Ei verlassen und sich durch die dünne, das Ei bedeckende Erdschichte hindurchgegraben. Bei weiteren sieben Eiern habe ich dieselben Beobachtungen machen können und dabei festgestellt, daß von dem Augenblicke, in welchem die eine Extremität die erste Öffnung in die Eischale gebrochen hatte, bis zu dem Zeitpunkte, in welchem das

junge Tier das Ei verläßt, etwa zwei Tage vergehen. Aus zwei Eiern habe ich die Embryonen herausgenommen und fixiert, noch bevor sie sich ganz befreit hatten. Bei dem einen — der betreffende Embryo ist in Fig. 12 auf Taf 1 abgebildet — war die Eischale eben erst durch die Krallen der rechten vorderen Extremität eröffnet worden, bei dem anderen hatte auch schon die linke Extremität die Eischale durchbrochen. Diese beiden Embryonen wurden vor allem fixiert, um den Grad der Aufnahme des Dottersackes in die Leibeshöhle in dem betreffenden Zeitpunkte festzustellen. Interessant ist nun, daß in 9 von den 10 untersuchten Fällen es stets die rechte vordere Extremität war, die die Eischale zuerst durchbrach und nur in einem Falle die linke. Im Zusammenhalt mit der schon früher mitgeteilten Beobachtung, daß es in zwei Fällen auch wieder die rechte vordere Extremität war, welche als erste die Embryonalhüllen eröffnet hatte, darf wohl angenommen werden, daß bei dem Prozesse der Eröffnung der Embryonalhüllen und dem Perforieren der Eischale in der Regel die rechte vordere Extremität bevorzugt wird. Die Eischwiele aber spielt bei dem Durchbrechen der Eischale sicherlich nur eine sekundäre und, wie mir scheinen will, etwas untergeordnete Rolle.

Innsbruck, im Februar 1907.

Verzeichnis der benützten Literatur.

1. Agassiz L. Embryology of the Turtle. Contributions in the natural history of the U. S. Vol. 2, 1857.

2. Bersch C. Die Rückbildung des Dottersackes bei *Lacerta agilis*. Anatomische Hefte, Bd. 2, 1893.

3. Gardiner E. G. Beiträge zur Kenntnis der Bildung des Epitrichiums und die Bildung des Vogelschnabels. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 24, 1885.

4. Giacomini E. Contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei rettili. Nota prev. Monitore zoolog. ital., Anno 2, 1892.

5. Derselbe. Contribution à la connaissance des annexes foetales chez les Reptiles. Note prev. Arch. ital. de Biologie, T. 18, 1893.

6. Derselbe. Contributo alla migliore conoscenza degli fetali annessi nei rettili. 2. Nota prev. Monitore zoolog. ital., Anno 2, 1892.

7. Derselbe. Nuovo contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei rettili. Recezione del sacco vitellino e dell' allantoide nella cavità addominale. Monitore zoolog. ital., Anno 4, 1893.

8. Derselbe. Sul meccanismo di recezione del sacco vitellino nella cavità addominale degli uccelli paragonato a quello dei rettili. Monitore zoolog. ital., Anno 4, 1893.

9. Derselbe. Sui resti del sacco vitellino nelle testuggini. Monitore zoolog. ital., Anno 14, 1903.

10. Mayer. Zähne im Oberschnabel bei Vögeln, Krokodilen und Schildkröten. Froriep's Notizen, Bd. 20, 1841.

11. Mehnert E. Untersuchungen über die Entwicklung des Beckengürtels der *Emys lutaria taurica*. Morpholog. Jahrb., Bd. 16, 1890.

12. Derselbe. Über Entwickl., Bau und Funktion des Amnions und Amnionganges nach Untersuchungen an *Emys lutarica taurica* (Marsilii). Morpholog. Arbeiten, Bd. 4, 1894.

13. Miram. Beiträge zur Naturgeschichte der Sumpfschildkröte *Emys europaea*. Bull. de la Soc. imp. des Naturalistes de Moscou, Année 1857, T. I.

14. Mitsukuri K. On the foetal membrans of *Chelonia*. Journ. of the College of Science, Imp. Univ. Japan, Vol. 4, 1890.

15. Müller J. Über eine eigentümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers der reifen Embryonen der Schlangen und Eidechsen. Müller's Archiv, 1841.

16. Rathke H. Die Entwicklungsgeschichte der Schildkröten. Braunschweig 1848.

17. Röse C. Über die Zahnleiste und Eischwiele der Sauropsiden. Anatomischer Anzeiger, Bd. 7, 1892.

18. Sluiter C. Ph. Über den Eizahn und die Eischwiele einiger Reptilien. Morpholog. Jahrb., Bd. 20, 1893

19. Strahl H. Die Dottersackwand und der Parablast der Eidechse. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. 45, 1885.

20. Derselbe. Über Dottersackreste bei Reptilien. Anat. Hefte, Bd. 3, 1894.

21. Virchow H. Der Dottersack des Huhnes. Internat. Beiträge zur wissensch. Medizin, Bd. 1, 1891, Festschrift f. R. Virchow.

22. Derselbe. Das Dotterorgan der Wirbeltiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 53, Suppl., 1892.

23. Voeltzkow A. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Biologie und Entwicklung der äußeren Körperform von *Crocodilus madacascariensis* (Grand.). Abh. d. Senkenberg. naturf. Ges., Bd. 26, 1899.

24. Derselbe. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 4. Keimblätter, Dottersack und erste Anlage des Blutes und der Gefäße *Crocodilus madacascar.ensis* (Grand.). Abh. d. Senkenberg. nat. Ges., Bd. 26, 1901.

25. Yarell W. On the small horny appendage to the upper mandible in very young chickens. Zoolog. Journal, 1826.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. Reifer Embryo von *Emys* vor dem Abstreifen der Embryonalhüllen. Dorsalansicht.

Fig. 2. Derselbe Embryo. Ventral-ansicht.

Fig. 3. *Emys*-Embryo, bei dem die rechte vordere Extremität die Embryonalhüllen bereits durchbrochen hat. Ventralansicht.

Fig. 4. Derselbe Embryo in der Ansicht von der rechten Seite.

Fig. 5. *Emys*-Embryo, dessen Kopf und Vorderextremitäten von den Embryonalhüllen bereits befreit sind. Dorsalansicht.

Fig. 6. Derselbe Embryo. Ventralansicht.

Fig. 7. Derselbe Embryo in der Ansicht von der rechten Seite.

Fig. 8. *Emys*-Embryo, bei dem nur noch die hinteren Extremitäten und der Schwanz in den Embryonalhüllen stecken. Rechte Seitenansicht.

Fig. 9. *Emys*-Embryo, der seine Embryonalhüllen bereits vollständig abgestreift hat. Rechte Seitenansicht.

Fig. 10. *Emys*-Embryo, dessen Embryonalhüllen sich vollständig an den Dottersack angelegt haben.

Fig. 11. Derselbe Embryo in der Ansicht von vorne.

Fig. 12. Ventralansicht eines *Emys*-Embryos, bei welchem der Dottersack größtenteils in die Leibeshöhle aufgenommen ist. (Zwei Tage vor dem Ausschlüpfen.)

Fig. 13. Ventralansicht einer jungen *Emys*, welche das Ei eben verlassen hat.

Fig. 14. Dorsalansicht des Kopfes mit der Eischwiele einer neugeborenen *Emys*. Vergr. zweifach.

Fig. 15. Derselbe Kopf in der Ansicht von der Seite. Vergr. zweifach.

Fig. 16. Seitenansicht des Kopfes eines nahezu reifen Embryos von *Testudo graeca*. Vergr. zweifach.



Tafel II.

Tafel II.

Fig. 17. Medianer Sagittalschnitt durch die Anlage der Eischwiele eines *Emys*-Embryos von 4·2 *mm* Kopflänge, 5·7 *mm* größter Länge und 3 0 *mm* größter Breite des Rückenschildes. Vergr. 200fach.
Ep. = Epitrichium, St. m. = Stratum mucosum.

Fig. 18. Medianer Sagittaldurchschnitt durch die Eischwielenanlage eines *Emys*-Embryos von 5·12 *mm* Kopflänge, 5·87 *mm* größter Länge und 3·75 *mm* größter Breite des Rückenschildes. Vergr. 200fach.
E. S. = Eischwiele. Übrige Bezeichnungen wie in Fig. 17.

Fig. 19. Medianer Sagittalschnitt durch die Eischwielenanlage eines *Emys*-Embryos von 6·1 *mm* Kopflänge, 8·55 *mm* größter Länge und 6 85 *mm* größter Breite des Rückenschildes. Vergr. 133fach.
Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 17 und 18.

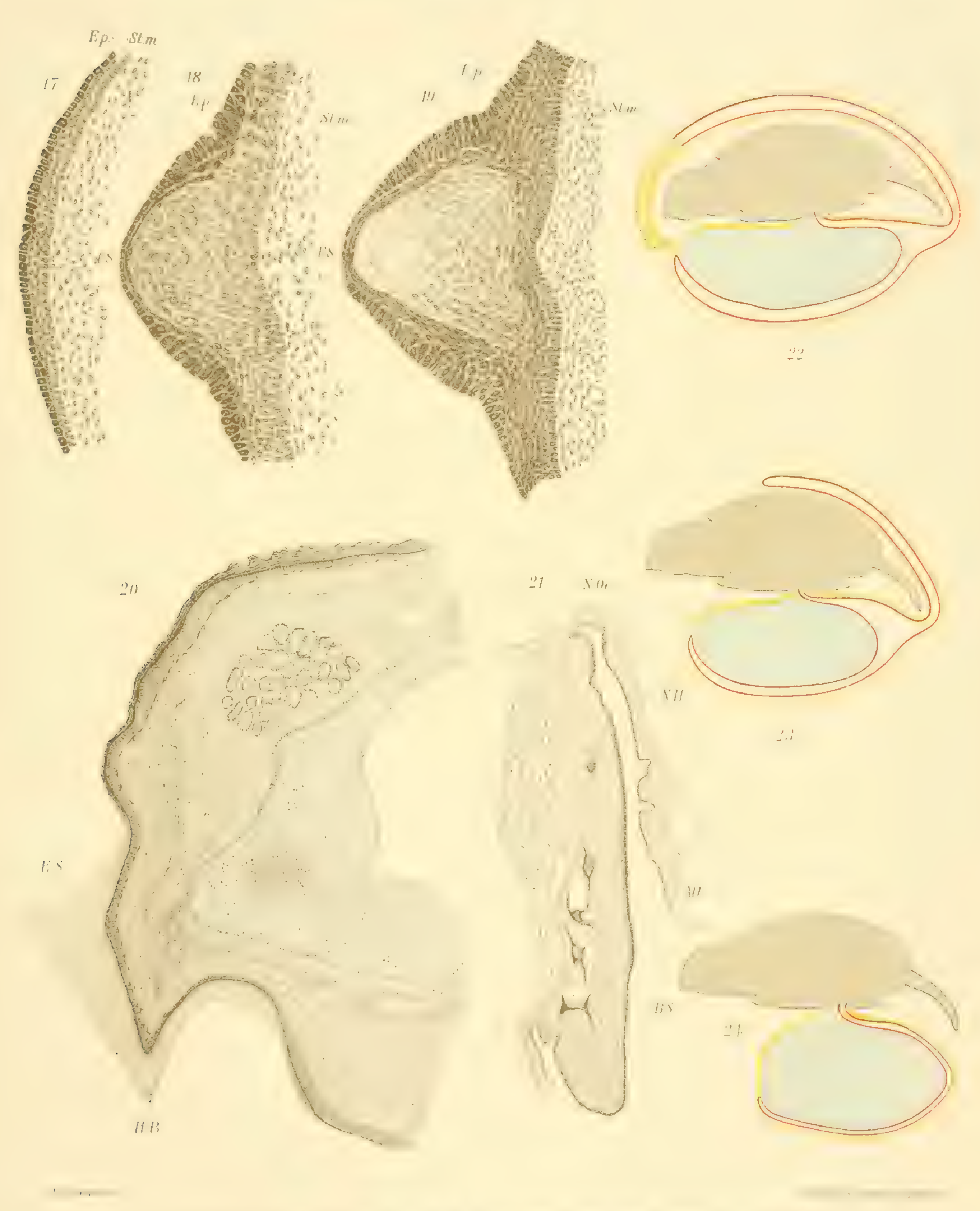
Fig. 20. Medianer Sagittalschnitt durch den vordersten Abschnitt des Kopfes und die Eischwiele einer neugeborenen *Emys*. Vergr 50fach. H. B. = Hornbelag des Oberkiefers.

Fig. 21. Querschnitt durch die eine Hälfte des Bauchschildes eines Embryos von 20 *mm* größter Länge des Rückenschildes. Vergr. 24fach. B. S. = Bauchschild. All. = Allantois. N. H. = Nabelhaut. N. Ö. = Nabelöffnung.

Fig. 22. Schema, die Verhältnisse der Embryonalhüllen eines nahezu reifen Embryos von *Emys* darstellend. Blau: Dottersack, Roth: Allantois, Gelb: Amnion, seröse Haut und sero-amniotische Verbindung.

Fig. 23. Schema, die Verhältnisse der Embryonalhüllen des Embryos der Fig. 5—7 auf Taf. 1 darstellend. Farben wie in Fig. 22.

Fig. 24. Schema, die Verhältnisse der Hülle des Dottersackes des Embryos der Fig. 10 und 11 darstellend. Farben wie in Fig. 22.


Ep. St.m
17
18
Ep
St.m
19
Ep
St.m
ES
ES
22
20
21
N.O.
NH
23
ES
NH
BS
24
HB



DER
TÄGLICHE GANG DER TEMPERATUR

IN DER

ÄUSSEREN TROPENZONE

B. DAS INDISCHE UND AUSTRALISCHE TROPENGEBIET

VON

JULIUS HANN,

W. M. K. AKAD.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 25. APRIL 1907.

Einleitung.

Mit der vorliegenden Abhandlung schließt meine Arbeit über den täglichen Gang der Temperatur in der Tropenzone.

Ich war bemüht, das mir zugängliche Material von Registrierungen und stündlichen Aufzeichnungen der Temperatur möglich vollständig zur Erweiterung unserer Kenntnisse des täglichen Temperaturganges in den Tropen zu verwerten. Wie schon mehrmals bemerkt, hat aber meine Abhandlung vornehmlich einen praktischen Zweck, das ist die Möglichkeit zu bieten, aus verschiedenen Terminablesungen berechnete Monatsmittel der Temperatur auf wahre Mittel zu reduzieren. Zu diesem Zwecke reichen auch die Ergebnisse kürzerer Beobachtungsreihen aus, da ja in den Tropen die unregelmäßigen Änderungen doch eine weit geringere Rolle spielen als außerhalb derselben.

Daß dieser Teil, der das asiatisch-australische Tropengebiet behandelt, einen immerhin erheblichen Umfang angenommen hat, beruht größtenteils auf den kurzen Reihen stündlicher Temperaturablesungen, welche von zahlreichen indischen Stationen vorliegen und deren Ergebnisse von Blanford und Eliot in Vol V, IX und X der Indian Meteorolog. Memoirs veröffentlicht worden sind.

Es schien mir unumgänglich notwendig, diese Ergebnisse meiner Abhandlung einzuverleiben, da sie schwer zu finden, ziemlich unbekannt geblieben (außerhalb Indiens) und in Fahrenheitgraden ausgedrückt sind, was ihr allgemeinere Verwendung sehr erschwert.

Über diese stündlichen Ablesungen aller meteorologischen Elemente an Termintagen eine längere Reihe von Jahren hindurch findet man später alle wünschenswerten Angaben.

Auf Registrierungen (oder Ablesungen) während einer längeren Reihe von Jahren beruhende stündliche Temperaturmittel haben in Indien nur Trevandrum und Agustia Pik, Madras, Bombay und Calcutta aufzuweisen. Von Ceylon liegt gar nichts vor, auch keine stündlichen Aufzeichnuugen an Termintagen, weil Ceylon dem indischen meteorologischen Beobachtungsnetz nicht angehört.

Von Ostasien konnte ich verwenden die Stationen: Hongkong, Taihoku (Formosa) und Naha auf den Riu-Kiu Inseln im Süden von Japan. Ich habe Zi-ka-wei und Tokyo angereiht, obgleich diese Orte schon ganz außer den Tropen liegen, weil sie in den bisherigen Sammlungen des täglichen Temperaturganges außertropischer Orte noch nicht zu finden sind.

Von dem tropischen Australien liegen gar keine stündlichen Temperaturbeobachtungen (oder Registrierungen) vor! Es scheinen zwar Autographen an mehreren Orten in Gebrauch zu sein, die Aufzeichnungen werden aber nicht reduziert. Von der Kolonie Südaustralien liegen einige dreistündige Beobachtungsreihen der Temperatur vor. (Aber nicht von Adelaide selbst!) Von diesen suchte ich jene von Port Darwin und Alice Springs für meine Arbeit zu verwerten mit Beihilfe graphischer Interpolation.

Der einzige Ort auf dem Festlande von Australien, von dem wir den täglichen Gang der Temperatur (und aller übrigen meteorologischen Elemente) kennen, ist Melbourne, das Flagstaff Observatory Neumayer's, dessen stündliche Beobachtungen 1858—1863 die einzigen aus Australien sind, die mit jenen anderer Observatorien erster Ordnung in Vergleich gestellt werden können. Dazu kommt ihre musterhafte, allseitige Bearbeitung.

Auch von den Inseln des großen Ozeans sind mir keine stündlichen Temperaturreihen bekannt geworden, außer jenen von Herbertshöhe (Neu-Pommern, Gazellehalbinsel).

Über die Herkunft der einzelnen stündlichen Reihen von Temperaturaufzeichnungen wird im folgenden in einem eigenen Abschnitte ausführlich Rechenschaft gegeben.

Benützung der Tabellen der mittleren stündlichen Temperaturabweichungen zur Reduktion auf wahre Temperaturmittel.

Es scheint mir nicht unzweckmäßig zu sein, darauf hinzuweisen, wie selbst in scheinbar recht ungünstigen Fällen diese Tabellen mit einem recht befriedigenden Erfolg in Verwendung kommen können. Es lagen mir Temperaturablesungen zu Lydenburg in Transvaal um 7^h a. m., 12^h Mittag und 7^h p. m. vor. Das Mittel dieser drei Terminablesungen ist jedenfalls bedeutend zu hoch, und zwar im Sommer viel mehr als im Winter. Lydenburg liegt 25°1 südlicher Breite in 1400 *m* Seehöhe. Eine Tabelle des täglichen Ganges der Temperatur zu Johannesburg in Transvaal liegt noch nicht vor. Ich konnte nur Windhuk 22°6 südlicher Breite, 1660 *m* und Kimberley 28°7 südlicher Breite, 1240 *m* benutzen. Ich bildete deshalb die Korrektionen des Mittels (7+12+7) : 3 für diese Stationen nach meinen Tabellen in dem II. Teile dieser Abhandlung (äußere Tropen: Amerika und Afrika).

Diese Korrektionen sind:

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Windhuk 22°6 s. Br.												
−0·8	−0·7	−0·7	−0·6	−0·3	−0·2	−0·3	−0·4	−0·7	−1·0	−1·2	−1·0	−0·7
Kimberley 28°7 s. Br.												
−1·0	−0·8	0·4	0·3	0·1	0·0	−0·1	−0·1	−0·5	0·9	−1·0	−1·3	−0·6
Mittel für 25° s. Br.												
−0·9	−0·7	−0·5	−0·4	−0·2	−0·1	−0·2	−0·3	−0·6	−0·9	−1·1	−1·1	−0·6

Man sieht, daß das Mittel aus diesen beiden Reihen eine genügende Sicherheit hat, um zur Korrektion der Beobachtungen zu Lydenburg verwendet zu werden, der Fehler dürfte in keinem Monate 0°2 erreichen.

Wie anders, wenn man statt der täglich dreimaligen Terminbeobachtungen zu Lydenburg zu recht ungünstigen Terminen ein Maximum-Minimumthermometer abgelesen hätte, was ja viele von vornherein als viel vorteilhafter angesehen haben würden.

Die Korrektionen des Mittels der täglichen Extreme sind:

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Windhuk.												
0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	—0·1	—0·2	—0·1	—0·1	+0·2	+0·2	—0·1	0·0
Kimberley.												
0·6	—0·7	—0·8	—0·8	—0·9	—0·9	—0·9	—0·6	—0·5	—0·2	0·1	—0·3	—0·6

Aus diesen beiden Reihen könnte man kaum ein Mittel nehmen. Die Unsicherheit wäre zu groß. Es ist eben das äußerst Fatale bei den Temperaturmitteln aus den täglichen Extremen, daß die Abweichungen derselben von wahren Mitteln so bedeutend und oft so ganz unerwartet verschieden sind, selbst wo man es gar nicht vermuten möchte.

Auch die Mittel bloß zweistündiger Terminbeobachtungen (im weiteren Sinne) benachbarter Orte stimmen viel besser überein und sind verläßlicher auf wahre Mittel zu reduzieren als die Mittel der täglichen Extreme.

Zum Beispiel. Es handelt sich um die Herstellung wahrer Temperaturmittel für Chrismas Insel, 10° südlicher Breite, wo um 9^h und 9^h beobachtet und ein Maximum-Minimumthermometer abgelesen worden ist. Im Journal der Scottish Met. Soc. ist das Mittel (Maximum + Minimum) : 2 genommen worden Der Verdacht, daß dieses Mittel erheblich zu hoch ist, muß nahe liegen. Die nächste Kontrolle ist, wir bilden das Mittel (9^h + 9^h + Maximum + Minimum) : 4. Dieses Mittel ist jedenfalls richtiger. Die Differenzen sind:

Mittel der täglichen Extreme — Mittel (9 + 9 + Maximum + Minimum) : 4.

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
0·9	0·7	0·8	0·8	0·8	0·9	0·7	0·6	0·4	0·6	0·5	0·7	0·7

Das Mittel der täglichen Extreme ist demnach sicherlich viel zu hoch. Wir versuchen deshalb das Mittel aus (9 + 9) : 2 zu nehmen und dasselbe auf ein wahres Mittel zu reduzieren. Als Vergleichsstationen haben wir nur Batavia 6° und Port Darwin 12° südlicher Breite, Christmas Insel hat ziemlich die mittlere Breite.

Korrektionen des Mittels (9 + 9) : 2.

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Batavia.												
+0·1	+0·2	+0·2	+0·2	+0·3	+0·3	+0·3	+0·3	+0·1	0·0	0·0	0·0	+0·2

Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Port Darwin.												
0·0	0·0	+0·1	+0·3	+0·5	+0·5	+0·5	+0·5	+0·2	0·0	+0·1	0·0	+0·2

Diese Korrektionen stimmen gewiß vollkommen befriedigend überein, so daß ihr Mittel mit voller Sicherheit zur Korrektion des Mittels (9 + 9) : 2 von Christmas Insel angewendet werden kann. Die so korrigierten Mittel werden auf ± 0°1 genau angesehen werden können.

Das Mittel der täglichen Extreme von Christmas Insel ist aber um 0°9 zu hoch!

Im Vorstehenden liegt wieder eine dringende Warnung, die Mittel aus den täglichen Extremen in den Tropen möglichst zu vermeiden.

In höheren Breiten werden die Mittel der täglichen Extreme verläßlicher.

Übersicht über die in meinen drei Abhandlungen komparierenden Beobachtungsstationen.

Es haben sich nachträglich sowohl in meiner zweiten wie in dieser dritten Abhandlung, die doch dem Titel nach der äußeren Tropenzone gewidmet ist, Orte eingefunden, die der inneren Tropenzone angehören. Auch sonst konnte eine ganz bestimmte Ordnung in der Aufeinanderfolge der behandelten Orte nicht eingehalten werden. Deshalb lasse ich hier zunächst eine Übersichtstabelle aller Örtlichkeiten folgen, von welchen man in meinen drei Abhandlungen Daten über den täglichen Gang der Temperatur findet.

Die römischen Ziffern I, II, III orientieren darüber, in welcher der drei Abhandlungen die Mitteilungen über den täglichen Gang der Temperatur zu finden sind. Es bezeichnet:

I Denkschriften der math.-naturw. Klasse der kais. Akademie, LXXVIII. Bd., S. 249—366, Wien 1905,
II » » » » » » » LXXX. » » 317—404, » 1907,
III » » » » » » » LXXXI. » » 21—113, » 1908.

Von den Orten, welche mit Asterisken * bezeichnet sind, liegen keine Monatsmittel des täglichen Temperaturganges vor, sondern nur Jahresmittel oder Mittel aus mehreren Monaten.

Ich habe in der folgenden Tabelle die Orte nur nach der geographischen Breite geordnet, ohne Unterschied, ob Nord- oder Südbreite. Handelt es sich darum, für einen Ort eine Station zu finden, nach deren täglichen Temperaturgang man die Mittel gewisser Terminbeobachtungen an denselben auf wahre Mittel reduzieren kann, so muß man ja zunächst sich nach einen Ort ähnlicher geographischer Breite in der Tabelle umsehen. Dann erst wird man sich auch um Küsten- oder Inlandlage und um die Seehöhe umsehen um nach diesen drei Argumenten die passendste Station zu wählen. Ein paar Beispiele dafür habe ich früher schon gegeben.

Tabelle I.

Verzeichnis der in den drei Abhandlungen über den täglichen Gang der Temperatur in den Tropen behandelten Stationen.

	Ort	Breite			Länge			Seehöhe
I	Quito*	0°	13'	S	78°	32'	W	2850
I	Singapore	1	17	N	103	51	E	5
I	Para	1	27	S	48	29	W	10
I	Kibosho	3	15	S	37	10	E	1550
III	Herbertshöhe	4	21	S	152	17	E	60
I	Kwai [Deutsch Ostafrika]	4	45	S	38	18	E	1610
I	Tabora	5	3	S	32	53	E	1230
I	Tanga*	5	4	S	39	6	E	25
I	Quixeramobim	5	10	S	39	10	W	207
I	Batavia	6	11	S	106	50	E	7
I	Dar-es-Salam	6	49	S	39	19	E	14
I	Tosamaganga (D. O. A.)	7	46	S	35	33	E	1000
I	Ascension	7	55	S	14	25	W	16
I	Bismarckburg	8	12	N	0	34	E	710
I	Trevandrum	8	30	N	76	59	E	59
I	Agustia Pik	8	37	N	77	20	E	1880
I	Loanda	8	49	S	13	7	E	67
I	La Boca (Panama)	8	57	N	79	34	W	gering
I	Alhajuela (Panama)	9	12	N	79	37	W	44
II	Malange* (Angola)	9	30	S	16	10	E	1170
I	San José (Costa Rica)	9	56	N	84	4	W	1170
II	Trinidad	10	35	N	61	30	W	20
III	Trichinopoly	10	50	N	78	44	E	77
I	Kigonsera (D. O. A.)	10	50	S	35	3	E	1140
I	Bei Chosika* (Peru)	11	51	S	76	45	W	2010
I	Port Darwin	12	28	S	131	51	E	21
II	Aden	12	45	N	45	3	E	29
II	Barbados	13	4	N	59	37	W	17
I	Madras	13	5	N	80	17	E	10
I	Manila	14	35	N	120	58	E	14
I	Guatemala	14	37	N	90	31	W	1490
III	Bellari (Indien)	15	9	N	76	57	E	450
I	Chimax bei Coban	15	29	N	90	14	W	1300
III	Belgaum (Indien)	15	52	N	74	42	E	709
I	S. Helena	15	57	S	5	41	W	540
I	Boroma (Südafrika)	16	0	S	33	30	E	187
I	Camp Jacob (Guadeloupe)	16	1	S	61	42	W	530
I	Arequipa	16	24	S	71	30	W	2300
III	Rangoon	16	46	N	96	12	E	13
I	Timbuctu	16	49	N	2	52	E	250

Tabelle I (Fortsetzung).

	Ort	Breite			Länge			Seehöhe
I	Mollendo	17°	5'	S	72°	0'	W	26
II	Kingston (Jamaica)	17	58	N	76	48	W	12
II und III	San Juan (Portorico)	18	29	N	66	7	W	15
III	Poona (Indien)	18	28	N	74	10	E	561
I	Port-au-Prince (Haiti)	18	34	N	71	21	W	36
III	Bombay	18	54	N	72	49	E	10
II	Tananarivo	18	55	S	47	31	E	1400
II	Mexico	19	26	N	99	8	W	2278
II	Santiago de Cuba	19	55	N	75	50	W	18
II	Mauritius	20	6	S	57	33	E	54
III	Cuttak	20	29	N	85	54	E	24
III	Nagpur	21	9	N	79	11	E	312
II	Puerto Principe (Cuba)	21	23	N	77	56	W	17
II	Djeddah	21	30	N	39	11	E	7
III	Hongkong	22	15	N	114	12	E	10
III	Chittagong	22	21	N	91	50	E	26
III	Pachmarchi	22	28	N	78	28	E	1075
III	Calcutta	22	32	N	88	20	E	21
II	Windhuk (D. SW. Afrika)	22	34	S	17	6	E	1663
II	Amparo (São Paulo)	22	47	S	46	50	W	658
II	Botucato	22	50	S	48	25	W	800
II	Rio de Janeiro	22	54	S	43	51	W	65
III	Jubbulpore	23	9	N	79	59	E	408
II	Habana	23	9	N	82	11	W	25
II	Villa Conception	23	27	S	57	20	W	115
II	São Paulo	23	33	S	46	38	W	761
III	Alice Springs	23	38	S	133	37	E	590
III	Hazaribagh	24	0	N	85	24	E	612
II	Ing. Esperanza* (Argentinien)	24	10	S	64	55	E	?
III	Deesa	24	16	N	72	14	E	142
II	Iguapé	24	42	S	47	32	W	7
III	Kurrachee	24	47	N	67	4	E	15
III	Taihoku	25	4	N	121	28	E	10
II	Asuncion	25	18	S	57	40	W	105
III	Allahabad	25	26	N	81	52	E	94
II	Curityba	25	26	S	49	16	W	908
III	Patna	25	37	N	85	14	E	56
III	Dhubri	26	7	N	89	50	E	47
II	Johannesburg	26	10	S	28	2	E	1740
III	Goalpara	26	11	N	90	40	E	118
III	Naha	26	13	N	127	41	E	10
III	Sibsagar	26	50	N	94	40	E	102
III	Lucknow	26°	50'	N	81°	0'	E	113

Tabelle I (Fortsetzung).

	Ort	Breite			Länge			Seehöhe
II	Tucuman	20	51	S	65	12	W	460
III	Jeypore	20	55	N	75	50	E	430
III	Agra	27	10	N	78	5	E	169
II	Kimberley	28	43	S	24	46	E	1230
III	Roorkee	29	52	N	77	56	E	270
II	Cairo	30	5	N	36	17	E	33
III	Zi-ka-wei	31	12	N	121	11	E	10
II	Cordoba	31	25	S	64	12	W	438
III	Lahore	31	34	N	74	20	E	214
II	Rosario	32	57	S	60	38	E	28
III	Leh	34	10	N	77	42	E	3506
III	Buenos Aires	34	37	S	58	22	W	22
III	Tokyo	35	41	N	139	45	E	20

Von den folgenden vier Stationen in Peru werden nur die Korrektionen des Mittels der täglichen Extreme mitgeteilt.

	Ort	Breite			Länge			Seehöhe
III	Mollendo	17°	5'	S	73°	0'	W	24
III	La Joya	16	46	S	72	15	W	1262
III	Cuzco	13	27	S	72	0	W	3380
III	S. Ana	12	28	S	72	45	W	1004

Den Temperaturgang auf den tropischen Ozeanen nach Rykatchew findet man I, p. 258.

Die Stationen, deren täglicher Temperaturgang in der vorliegenden Abhandlung zu finden sind, werden in der Tabelle II namhaft gemacht und deren Positionen angegeben. Die Tabelle enthält ebenso wie die analogen in meiner ersten und zweiten Abhandlung: die Größe der periodischen und unperiodischen Amplitude, die mittlere Bewölkung und die mittleren Phasenzeiten des täglichen Temperaturganges.

Die mittleren täglichen Amplituden jedoch haben im indischen Monsungebiet nur eine geringe Bedeutung, da die jahreszeitliche Änderung so überaus groß ist.

Die große Heiterkeit des Himmels in der Trockenzeit sowie die starke Bewölkung und die großen Niederschläge in der Regenzeit des Südwestmonsuns lassen große jahreszeitliche Extreme der Amplituden aufkommen.

Man muß deshalb die Tabelle der monatlichen Amplituden nachsehen, wenn man richtige Vorstellungen von der Größe der Tagesschwankung der Temperatur in Indien erhalten will.

Die kleinsten Amplituden haben: Hongkong 2·7° ganz auffallend gering, Calcutta und Chittagong, in gleicher Breite und auch nahe oder ganz an der Küste gelegen, haben 6°6 und 6°9; dann Naha, auf einer kleinen Insel gelegen, 3°9, Taihoku, Nordformosa, 5°1. Bombay hat auch ein kleines Mittel, aber eine starke jährliche Änderung der Amplitude.

Die größten mittleren Amplituden haben die schon trockenen, auch in der Regenzeit weniger stark bewölkten Stationen in Nord-Indien und im Dekkan 12—14° (Jahresmittel). Die unperiodischen täglichen Amplituden gehen in Indien nur wenig über die periodischen hinaus.

Tabelle II.

Übersicht der Stationen und deren Lage, die mittleren periodischen und unperiodischen Amplituden und die mittleren Eintrittszeiten der Extreme und des Tagesmittels.

Ort	Breite	Länge	Seehöhe	Beob. Periode	Amplitude		Bewölkung	Eintritt der Extreme		Eintritt des Tagesmittels	
				Jahre	period.	unperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends
Bombay	18° 54' N	72° 49' E	10	24	4·1	6·1	4·0	5·7	1·8	8·8	7·2
Calcutta	22 32 »	88 20 »	21	13	6·6	8·8	4·0	5·8	2·4	8·6	7·1
Hongkong	22 15 »	114 12	(10)	10	2·7	4·6	6·6	5·2	1·5	8·5	6·6
Trichinopoly	10 50 »	78 44 »	77	>1	9·4	10·9	5·3	5·7	2·6	9·0	7·7
Bellari	15 9 »	76 57 »	450	>1	10·6	12·5	4·5	5·7	2·8	9·1	8·0
Belgaum	15 52 »	74 42 »	769	1	9·8	11·3	4·1	5·3	1·9	8·3	6·6
Rangoon	16 46 »	96 12 »	13	>1	7·8	9·3	4·6	5·5	1·6	8·6	6·8
Poona	18 28 »	74 10 »	561	>1	11·7	13·5	3·9	5·5	2·2	8·6	7·5
Cuttak	20 29 »	85 54 »	24	>1	8·7	10·2	3·8	5·5	2·3	8·8	7·0
Nagpur	21 9 »	79 11 »	312	>1½	11·3	12·9	4·0	5·7	2·5	8·7	7·8
Chittagong	22 21 »	91 50	26	>1	6·9	8·5	4·4	5·7	1·8	8·8	7·5
Pachmarchi	22 28 »	78 28	1075	>1	8·2	9·9	3·9	5·6	2·9	8·5	7·5
Jubbulpore	23 9 »	79 59 »	408	>1½	11·9	13·1	3·6	5·5	2·8	9·0	8·1
Hazaribagh	24 0 »	85 24 »	612	>1½	9·0	10·5	4·2	5·5	2·1	8·4	7·2
Deesa	24 16 »	72 14	142	1	13·5	14·9	2·9	5·6	2·6	9·1	8·4
Kurrachee	24 47 »	67 4	15	1	8·7	9·7	2·8	5·7	1·5	8·6	7·1
Allahabad	25 26 »	81 52 »	94	>1	11·9	13·1	2·9	5·7	2·5	8·9	7·2
Patna	25 37 »	85 14 »	56	1½	9·9	11·3	3·6	5·5	2·8	9·0	8·0
Lucknow	26 50 »	81 0 »	113	1½	12·5	13·3	3·0	5·5	2·7	8·7	7·4
Jeypore	26 55 »	75 50 »	436	2	12·6	14·2	3·2	5·8	2·8	8·7	7·4
Dhubri	26 7	89 50 »	47	1½	7·2	8·0	3·7	5·6	2·6	9·3	8·1
Goalpara	26 11 »	90 40 »	118	1	7·3	8·7	3·7	5·7	2·4	9·5	8·7
Sibsagar	26 50 »	94 40 »	102	>1½	8·6	9·0	7·6	5·6	3·0	9·5	8·4
Agra	27 10 »	78 5 »	169	1½	11·6	12·3	2·7	5·6	3·0	9·2	8·2
Roockee	29 52 »	77 56 »	270	1½	12·4	13·6	3·1	5·6	2·6	9·0	8·1
Lahore	31 34 »	74 20 »	214	>1	12·4	13·8	2·6	5·8	2·6	9·0	7·8
Leh	34 10 »	77 42 »	3506	2	11·9	14·0	4·9	5·4	2·4	8·8	7·5

Tabelle II (Fortsetzung).

Ort	Breite	Länge Greenw.	Seehöhe	Beob. Dauer	Amplitude		Bewölkung	Eintritt der Extreme		Eintritt des Tagesmittels	
				Jahre	period.	unperiod.		Min.	Max	vorm.	abends
Hongkong [1]	22° 15' N	114° 12' E	(10)	10	2·7	4·0	6·6	5·2	1·5	8·5	0·0
Taihoku (Formosa)	25 4 »	121 28 »	9	5½	5·1	6·8	6·0	5·5	0·7	8·2	0·4
Naha	26 13 »	127 41 »	10	5	3·9	5·9	7·1	4·7	0·7	7·8	0·5
Zi-ka-wei	31 12 »	121 11 »	7	17	0·2	—	6·2	5·3	1·5	8·2	0·7
Tokyo	35 41 »	139 45 »	21	10	0·9	9·4	5·8	5·7	2·3	8·0	7·8
Alice Springs	23 38 S	133 37 »	587	10	14·5	10·7	(gering)	5·0	1·0	8·7	8·7
Herbertshöhe	4 21 »	152 17 »	00	1¾	5·3	0·1	6·3	5·2	0·7	7·7	6·0

[1] Absichtlich wiederholt.

Als Nachtrag findet man am Schlusse noch eine Tabelle des täglichen Ganges der Temperatur zu San Juan (Portorico) nach sechsjährigen Registrierungen, deren Ergebnisse in Monthly Weather Review Juli 1906, p. 317, veröffentlicht worden sind. Ich konnte nur vier Jahrgänge 1899—1903 berechnen (II, p. 368). Die Unterschiede zwischen den vier- und sechsjährigen Stundenmitteln (Abweichungen) sind ganz unbedeutend, müssen aber doch konstatiert werden.

Die Zeit des Eintrittes des täglichen Minimums der Temperatur ist außerordentlich übereinstimmend an allen Orten, Küste wie Inland. Nur Naha macht eine Ausnahme, doch weichen auch Hongkong, Zi-ka-wei und Herbertshöhe in gleicher Richtung ab, aber nicht in so hohem Grade.

Das Mittel von 32 Orten (ohne Naha und Herbertshöhe) ist $5 \cdot 57^h$ a. m., d. i. 5^h 34^m, rund eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang. 22 Orte in Amerika und Afrika haben $5 \cdot 54^h = 5^h$ 32^m gegeben als mittlere Eintrittszeit des Minimums (s. II, p. 323). Die Eintrittszeit des Temperaturminimums kann demnach als eine konstante angesehen werden.

Die Eintrittszeit des Temperaturmaximums variiert natürlich dagegen sehr stark. Die neun Küstenorte:

Bombay . . . $1 \cdot 8^h$,	Kurrachee . . $1 \cdot 5^h$,
Hongkong . . $1 \cdot 5$,	Zi-ka-wei . . . $1 \cdot 5$,
Rangoon . . . $1 \cdot 6$,	Taihoku . . . $0 \cdot 7$,
Chittagong . . $1 \cdot 8$,	Naha . . . . $0 \cdot 7$,

Herbertshöhe . $0 \cdot 7^h$,

geben im Mittel $1 \cdot 31^h$ p. m., d. i. 1^h 19^m als Eintrittszeit des Minimums, die 23 Inlandstationen gaben als Eintrittszeit $2 \cdot 57^h$ oder 2^h 34^m p. m.

Eine eingehende Diskussion der Eintrittszeiten der täglichen Extreme der Temperatur in Indien hat Sir John Eliot gegeben.[1] Wir wollen derselben in aller Kürze die folgenden Hauptresultate entnehmen:

[1] Discussion of the results of the hourly observations recorded at 29 stations in India given in Vol. V, IX and X of the Indian Meteorol. Memoirs by John Eliot, M. A. F. R. S., Director General of Indian Observatories. Indian Met. Memoirs, Vol. XII, 1900, p. 31—410 mit Plate VI bis LXXIII.

Im Mittel von ausgewählten 25 Stationen mit guten Beobachtungen tritt das Tagesminimum der Temperatur sehr konstant um (Jahresmittel) $5^h\ 28^m$ a. m., also $^1/_2$ Stunde vor Sonnenaufgang ein.

An den hoch gelegenen Stationen Pachmarchi und Leh etwas früher, wie wir dies ja auch an den anderen tropischen Stationen bemerkt haben.

Tropische Küsten (4 Orte) $5^h\ 29^m$ a. m. Schwankung im Jahre um $1^h\ 20^m$.

Außertropische Küsten (mit Assam, 6 Orte) fast ohne Ausnahme sehr konstant, um $5^h\ 32^m$ a. m. Schwankung im Jahreslaufe $1^h 36^m$.

Tropisches Inland (6 Orte) $5^h\ 18^m$ a. m. Schwankung im Jahre $1^h\ 9^m$.

Außertropisches Inland (10 Orte) fast konstant $5^h\ 27^m$ a. m. Schwankung im Jahre $1^h\ 15^m$.

Der Eintritt des Temperaturminimums folgt natürlich im Laufe des Jahres dem Sonnenaufgang.

Zeitdifferenz zwischen dem Sonnenaufgang und dem Eintritt des Minimums (aus den Beobachtungen nach Jelinek's Methode ermittelt):

	Tropisches Indien		Außertropisches Indien		
	Küste	Inland	Küste	Inland	Mittel
Kalte Zeit	40^m	57^m	42^m	43^m	$45\cdot5^m$
Heiße Zeit	50	44	31	28	38·2
Regenzeit des SW-Monsuns . .	32	39	39	24	33·5
Rückzug des » . .	35	52	36	45	42·0

In der kühlen heiteren Jahreszeit (November bis Juli) tritt das Temperaturminimum $^3/_4$ Stunden vor Sonnenaufgang ein, in der trüben Regenzeit erst 33 Minuten vor Sonnenaufgang.

Der Eintritt des täglichen Maximums der Temperatur zeigt natürlich bei weitem nicht die Übereinstimmung wie der Eintritt des Minimums.

Im Mittel kann man folgende Ansätze machen:

	Eintritt des Maximums	Schwankung im Jahre
Tropische Küsten[1]	$1^h\ 51^m$ p. m.	$1^h\ 49^m$
Außertropische Küsten (u. Assam)	2 19	1 47
Tropisches Inland[2]	2 43	1 42
Außertropisches Inland[3]	2 36	1 0.

Für die Küsten erhalten wir demnach im Mittel $2^h\ 5^m$, für das Inland $2^h\ 40^m$, die zu erwartende Verspätung. Die Jahresschwankung im Eintritt des Maximums beträgt an den Küsten $1^h\ 48^m$, im Inland bloß $1^h\ 21^m$ (wenn da ein Mittel erlaubt ist).

Das Temperaturmaximum tritt im allgemeinen in der trüben Regenzeit (Juni bis September) am frühesten ein, in der heiteren Trockenzeit (Jänner bis März) am spätesten. In Bezug auf Einzelnheiten können wir auf unsere Tabellen verweisen.

Die Eintrittszeit des Tagesmittels der Temperatur am Vormittag schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen: Naha 7·8, Herbertshöhe 7·7 (allerdings sollte diese Station unter 4° südlicher Breite nicht in Vergleich gezogen werden), dagegen Goalpara und Sibsagar in Assam (starke Bewölkung am Morgen) 9·5. Aber an den meisten Orten tritt das Tagesmittel doch recht nahe übereinstimmend ein, und zwar im allgemeinen Durchschnitt um $8\cdot74^h$ a. m. ($8^h\ 44^m$), Mittel von 34 Orten. Assam und Oberindien neigen zu verspätetem Eintritt.

---

[1] Ohne Aden.

[2] Ohne Belgaum.

[3] Ohne Agra und Lucknow.

Die Eintrittszeit des Tagesmittels am Abend zeigt gleichfalls größere örtliche Unterschiede (auch wenn Herbertshöhe unter 4°4 südlicher Breite ausgeschlossen wird).

Die Extreme sind: 8·7 Goalpara (später Morgeneintritt des Tagesmittels) und 6·4 Taihoku. An den Orten in Ost-Asien: Rangoon, Hongkong, Taihoku, Naha, Zi-ka-wei tritt das Tagesmittel sehr früh, schon um $6^h\ 5^m$ p. m. ein. Im Mittel aller übrigen Orte (27) stellt sich das Tagesmittel am Abende erst um $7{\cdot}7^h$ p. m. d. i. $7^h\ 42^m$ ein, mehr als eine Stunde später.

Die jährliche Variation der periodischen täglichen Amplituden der Temperatur und die täglichen Amplituden in den 12 Monaten findet man in Tabelle III zusammengestellt.

Im Gebiete der Sommermonsunregen finden wir natürlich die kleinsten Amplituden im Juli und August, die größten in der kühlen oder am Beginn der heißen Zeit. Das gilt für Indien. Taihoku und Naha haben die kleinsten Amplituden im Februar und März, die größten im Juli und August, ganz abweichend von Indien. Auch Alice Springs im Innern von Australien zeigt dasselbe. Dieser Ort ist sehr trocken und

Tabelle III.

Übersicht über die jährliche Variation der periodischen täglichen Amplituden der Temperatur.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Bombay . .	5·9	5·7	4·8	4·4	3·8	2·4	1·6	1·9	2·0	4·5	5·0	**6·1**	4·1
Calcutta . .	**9·8**	**9·8**	9·2	8·8	6·9	4·6	3·2	3·1	3·3	5·0	7·3	8·7	6·6
Trichinopoly	9·7	**12·5**	12·2	11·2	10·7	9·1	9·3	9·6	**10·0**	6·7	6·4	5·6	9·4
Bellari	13·5	**14·5**	13·7	12·3	11·5	8·5	7·3	8·1	8·2	8·7	10·2	11·8	10·0
Belgaum	13·4	**14·4**	14·3	14·2	12·1	5·6	4·4	4·1	5·7	7·7	10·1	11·1	9·8
Rangoon .	13·4	**15·0**	13·4	10·8	6·2	3·7	3·7	2·9	3·8	5·7	7·2	10·0	7·8
Poona	16·1	**16·7**	**16·7**	15·5	13·6	7·3	4·5	5·2	6·4	10·4	12·9	14·9	11·7
Cuttak . .	**12·3**	12·0	12·1	11·6	9·5	5·6	4·6	4·1*	4·2	7·1	10·3	11·2	8·7
Nagpur . .	14·4	**14·8**	**14·8**	**14·8**	13·2	7·7	4·6	5·6	7·3	10·9	13·2	13·[illegible]	11·3
Chittagong .	11·1	**11·7**	8·5	6·9	5·8	3·5	3·5	3·4	4·5	6·2	8·3	9·3	6·[illegible]
Pachmarchi	**11·8**	11·5	10·5	9·6	8·7	5·4	2·7	3·6	5·1	7·7	10·7	11·2	8·2
Jubbulpore .	15·2	**15·7**	15·7	15·0	13·6	7·8	4·8	4·8*	7·4	11·4	15·4	**16·2**	11·9
Hazaribagh	11·2	11·7	**12·6**	12·3	11·0	6·8	4·1	4·0	6·0	7·[illegible]	9·7	10·7	9·0
Deesa . . .	10·4	**17·1**	10·3	15·7	14·2	10·5	6·1	6·2*	9·3	15·1	17·4	**17·5**	13·5
Kurrachee .	11·2	10·5	10·2	9·1	7·0	5·8	4·3	4·1	5·8	10·5	**13·5**	12·5	8·7
Allahabad .	13·9	15·6	10·2	**16·5**	14·4	8·1	4·8	5·0	7·2	11·0	14·[illegible]	14·7	11·9
Patna . . .	12·1	13·6	**14·2**	14·0	11·5	7·6	4·5	4·2	5·3	8·7	11·7	12·6	9·9
Luknow . .	15·2	15·1	15·8	**16·0**	12·9	8·6	6·3	5·6*	8·2	14·6	**16·5**	15·8	12·3
Jeypore . .	13·5	13·8	14.9	**15·2**	14·3	10·3	6·3	6·3	10·1	15·2	**16·5**	15·6	12·0
Agra . . .	13·9	14·2	**14·9**	14·5	12·2	8·0	5·4	5·5	7·5	13·2	**15·2**	14·4	11·6

Tabelle III (Fortsetzung).

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Roorkee . .	13·7	12·0	14·8	**15·7**	13·8	10·5	6·1*	6·3	8·8	15·2	**16·6**	14·4	12·4
Lahore . .	12·0	11·8	13·3	**13·9**	13·5	12·2	7·8	7·5*	10·3	15·2	**16·7**	14·1	12·4
Leh	10·0	9·9	10·6	11·5	11·9	**13·2**	12·4	13·5	**14·2**	12·9	12·5	10·7	11·9
Dhubri . .	10·1	11·1	**11·5**	7·8	6·0	4·0	3·2*	3·4	4·0	6·1	8·8	9·8	7·2
Goalpara .	9·0	**11·1**	10·7	8·7	5·8	3·8	3·6*	4·2	5·0	6·8	9·0	9·5	7·3
Sibsagar . .	9·8	9·8	9·4	7·3	6·6	6·4	5·7*	6·1	6·4	7·4	9·8	**11·3**	8·0
Hongkong .	2·9	2·4	2·3	2·4	2·4	2·1*	2·7	2·9	3·0	2·9	**3·4**	3·2	2·7
Taihoku . .	3·8	3·6*	4·5	4·7	5·8	6·0	**7·3**	6·1	6·1	4·7	3·7	4·5	5·1
Naha . . .	3·6	3·8	3·5*	3·9	3·9	3·6	**4·5**	**4·5**	4·2	4·5	3·8	3·7	3·9
Zi-ka-wei .	5·5	5·2	6·5	6·7	**7·1**	6·0	4·9*	5·4	6·2	6·7	6·7	**6·8**	6·2
Tokyo . .	7·8	7·4	7·0	7·0	7·2	5·9*	6·0	6·4	5·4*	6·5	8·0	**8·7**	6·9
Alice Springs	13·6	13·5*	14·2	13·8	14·0	14·2	15·4	**15·9**	15·8	15·2	14·9	13·7	14·5
Herbertshöhe	5·2	5·0	5·2	5·4	5·4	5·1	4·9*	5·0	5·3	**5·6**	**5·6**	5·4	5·3

die jahreszeitliche Variation der Amplituden deshalb sehr gering, das Jahresmittel sehr groß, 14·5, die größte mittlere Amplitude unserer Tabelle; zunächst steht das gleichfalls trockene Deesa in Sind mit 13°5.

Die Monsunregenzeit drückt die Amplitude der Tagesschwankung der Temperatur außerordentlich herab, die Bewölkung ist dann auch in dem größeren Teile Indiens sehr stark. Wohl nirgends macht sich der Ausbruch des Monsuns in so auffallender Weise geltend wie an der Westküste Indiens, speziell in Bombay.

Bombay 18° 54′ nördl. Br.

	Nov.	Dez.	Jänner	Febr.	April	Mai	Juni	Juli	Aug.
Amplitude . .	5°6	**6°1**	5°9	5°7	4°4	3°8	2°4	1°6	1°9
Bewölkung . .	1·7	1·8	1·1	1·0	1·8	3·1	7·3	9·0	8·7
Regenmenge . .	8	1	3	0	1	29	512	644	361

Die Regenzeit hat eine Bewölkung von 8·3 und eine Tagesschwankung von kaum 2°, die kühle Zeit: Bewölkung 1·4, Amplitude 5°8.

Die größten Amplituden haben Poona 16°7 im Februar und März, Deesa 17°5 im Dezember und 17°1 im Februar, Allahabad 16°5 im April, desgleichen Lucknow und Jeypore im November, dann 16°6 und 16°7 Roorkee und Lahore gleichfalls im November. Alice Springs bleibt dagegen zurück mit 15·9 im August. Im Hochtale von Leh erreicht die tägliche Amplitude im Maximum bloß 14°2 im September.

Um den Einfluß verschiedener klimatischer Verhältnisse an benachbarten Orten gleicher Breite auf den täglichen Temperaturgang aufzusuchen, habe ich die folgende Tabelle zusammengestellt. Einen solchen Gegensatz bilden die Orte auf der den größten Teil des Jahres trockenen großen Gangesebene, gegenüber den Orten in dem sehr wasserreichen, feuchten und stark wolkigen unteren Brahmaputra-Tal in Assam, unter gleicher Breite und fast gleicher Seehöhe. Assam weicht in Bezug auf den jährlichen Gang der Temperatur, der Niederschläge und der Bewölkung sehr auffallend von Nordindien ab. Die Frühlingsmonate April und Mai haben fast so viel Regen wie die Monsunmonate, die höchste Temperatur tritt erst im Juli ein, in der Mitte der Regenzeit; auf der Gangesebene schon im Mai, vor dem Regen.

Die folgende Tabelle IV enthält die Amplituden und Phasenzeiten des täglichen Temperaturganges und die korrespondierenden Mittel der Bewölkung für zwei Gruppen von Stationen: Allahabad, Lucknow, Agra, auf der oberen Gangesebene und Dhubri Goalpara und Sibsagar in Assam.

Tabelle IV.

Die Phasenzeiten und die täglichen Amplituden in Assam (unteres Brahmaputra Tal) und der oberen Gangesebene.

	Assam 26°4 nördl., 91°7 östl. 90 *m*						Obere Gangesebene 26°5 nördl., 80°3 östl. 125 *m*					
	Eintritt des				Amplitude	Bewölkung	Eintritt des				Amplitude	Bewölkung
	Min.	Max.	Mittels vorm.	Mittels abends			Min.	Max.	Mittels vorm.	Mittels abends		
Jänner	6·4	2·7	9·9	9·0	9·6	2·9	6·4	2·8	9·3	7·7	14·1	1·6
Februar	6·1	2·7	9·7	8·8	10·3	3·0	6·2	2·9	9·1	7·8	15·0	2·1
März	5·8	3·0	9·5	8·6	10·5	3·6	5·8	3·1	9·0	8·0	15·6	2·3
April	5·6	3·1	9·4	8·3	7·9	5·6	5·6	3·0	8·7	7·8	15·7	1·8
Mai	5·0	3·3	9·4	8·3	6·3	6·1	5·4	2·9	8·8	8·1	13·2	1·8
Juni	4·9	2·9	9·2	8·2	4·7	7·4	5·2	2·7	8·9	8·0	8·5	4·4
Juli	5·0	2·6	9·2	8·2	4·2	8·0	5·1	2·9	8·9	7·6	5·5	6·8
August	5·2	2·2	9·1	7·8	4·6	7·1	5·2	2·5	8·8	7·5	5·4	6·6
September	5·6	2·3	9·0	7·4	5·1	6·3	5·6	2·6	8·7	7·3	7·6	4·6
Oktober	5·6	2·4	9·2	8·2	6·8	3·9	5·7	2·5	8·8	6·8	12·9	1·4
November	6·0	2·4	9·5	8·5	9·2	2·4	5·9	2·7	8·8	6·9	15·3	0·6
Dezember	6·3	2·5	9·9	8·9	10·2	2·5	6·3	2·5	9·1	7·2	15·0	1·0
Jahr	5·63	2·7	9·4	8·35	7·4	4·9	5·7	2·8	8·9	7·6	12·0	2·9
Okt.—Febr.	6·1	2·5	9·6	8·7	9·2	2·9	6·1	2·7	9·0	7·3	14·5	1·3
März—Mai	5·5	3·1	9·4	8·4	8·2	4·9	5·6	3·0	8·8	8·0	14·8	2·0
Juni—Sept.	5·2	2·5	9·1	7·9	4·6	7·2	5·3	2·7	8·8	7·7	6·7	5·6

Assam: Dhubri, Goalpara, Sibsagar. Obere Gangesebene: Allahabad, Lucknow, Agra.

Die Eintrittszeiten der täglichen Extreme sind trotz der klimatischen Verschiedenheiten sehr nahe die gleichen, Unterschiede finden wir aber in den Eintrittszeiten der mittleren Tagestemperatur. Diese verspäten sich morgens und abends in dem feuchten wolkigen Brahmaputratal erheblich gegen jene auf der Gangesebene. Am Vormittag tritt das Tagesmittel von Oktober bis Mai in Assam um 36^{m} später ein,

in der Regenzeit um zirka 20^m als auf der Gangesebene. Am Abende tritt das Tagesmittel in Assam von Oktober bis Februar sogar um fast $1^1/_2{}^h$ später ein, in der heißen Zeit um zirka 25^m, in der Regenzeit aber nur um 12^m.

Die täglichen Amplituden sind viel kleiner in Assam.

Oktober bis Mai:	Assam 8°7,	obere Gangesebene 14°6,
Juni bis September:	4·6,	6·7.

Die entsprechenden Tagesmittel der Bewölkung sind

Oktober bis Mai:	Assam 3°9,	Gangesebene 1°7,
Juni bis September:	» 7·2,	obere Gangesebene 5°6.

Der Einfluß des feuchten, wolkigen Klimas des Brahmaputratales beschränkt sich demnach der Hauptsache nach auf eine Verspätung des Eintrittes der mittleren Tagestemperatur und auf eine erhebliche Verringerung der täglichen Temperaturamplituden das ganze Jahr hindurch. Der Eintritt der Extreme der Temperatur wird kaum beeinflußt.

Die Konstanten der Sinusreihen, welche den täglichen Gang der Temperatur darstellen.

Wir haben in unsere Tabellen die Konstanten der beiden ersten Glieder der Sinusreihen aufgenommen, da sie doch erhebliches Interesse beanspruchen können und sie typographisch sich in diese Tabellen sehr bequem einfügen ließen. Die Herren Blanford und Eliot haben für alle Stationen diese Konstanten für die ersten 4 periodischen Glieder berechnet und nach beiden Formen ($p_1 \cos x + q_1 \sin x$ und $a_1 \sin A_1$ etc.) mitgeteilt. Wir beschränkten uns natürlich auf die Reproduktion der Amplituden und Phasenwinkel. Die Diskussion dieser Konstanten nimmt in der großen früher zitierten Arbeit von Eliot einen erheblichen Raum ein. Hier mag eine ganz kurze Übersicht des räumlichen und zeitlichen Verhaltens dieser Konstanten Platz finden.

1. Die Konstanten des ersten Gliedes $a_1 \sin A_2$, Mittelwerte in C°

Tropische Küsten.

Maximum	Minimum	Jahr
4°06 sin (231°7 + x)	1°41 sin (242°9 + x)	2°57 sin (234°8 + x)
meist Jänner u. Febr., Eintrittszeit $2^h 33^m$ p.m.	Regenzeit, $1^h 49^m$ p.m.	$2^h 21^m$ p. m.

Außertropische Küsten.

Maximum	Minimum	Jahr
5°36 sin (224°4 + x)	1°83 sin (234°2 + x)	3°52 sin (229°2 + x)
November bis März, $3^h 2^m$	Juli und August, $2^h 23^m$	$2^h 43^m$

Tropisches Inland.

Maximum	Minimum	Jahr
6°78 sin (228°1 + x)	2°17 sin (235°9 + x)	4°75 sin (231°1 + x)
Jänner bis März, $2^h 48^m$ p. m.	Regenzeit, $2^h 17^m$ p. m.	$2^h 36^m$ p. m.

Außertropisches Inland.

Maximum	Minimum	Jahr
7°28 sin (230°9 + x)	2°72 sin (227°9 + x)	5°46 sin (228°9 + x)
November bis April, $2^h 35^m$ p. m.	Regenzeit, $2^h 48^m$ p. m.	$2^h 45^m$ p. m.

Die Jahreszeit, zu welcher a_1 und A_1 ihr Maximum und Minimum erreichen, schwankt etwas nach den Stationen, besonders der Eintritt des Maximums. Dasselbe tritt in der Trockenzeit ein, das Minimum in der Regenzeit.

Das Verhältnis des Maximums und Minimums von a_1 beträgt im Mittel von 20 Stationen 2·20 (Max. : Min.).

Die größte Verspätung im Eintritt des Maximums findet man in Assam, wo das Maximum der Bewölkung nicht nachmittags, wie an den meisten Stationen, sondern morgens eintritt und die Bewölkung allmählich gegen Mittag hin abnimmt.

Das erste Glied gibt so ziemlich den ganzen täglichen Gang, das Maximum ergibt sich aus der kompletten Kurve etwas früher, im Mittel von sechs Inlandstationen um 9 *m* (gegen die Rechnung mit dem ersten Glied allein).

2. Die Konstanten des zweiten Gliedes $a_2 \sin (A_2 + 2x)$.

Tropische Küsten.

Maximum	Minimum	Jahr
$1^\circ 28 \sin (69^\circ 5 + 2x)$	$0^\circ 41 \sin (80^\circ 8 + 2x)$	$0^\circ 77 \sin (69^\circ 3 + 2x)$
Winter	Regenzeit	$0^h\ 41^m$ a. m. und p. m.

Außertropische Küsten.

Maximum	Minimum	Jahr
$1^\circ 61 \sin (48^\circ 9 + 2x)$	$0^\circ 44 \sin (69^\circ 8 + 2x)$	$1^\circ 01 \sin (54^\circ 7 + 2x)$
Dezember bis April	Regenzeit	$1^h\ 11^m$ a. m. und p. m.

Tropisches Inland.

Maximum	Minimum	Jahr
$1^\circ 67 \sin (56^\circ 9 + 2x)$	$0^\circ 64 \sin (58^\circ 0 + 2x)$	$1^\circ 16 \sin (61^\circ 2 + 2x)$
Dezember bis Mai	Regenzeit	$0^h\ 58^m$ a. m. und p. m.

Außertropisches Inland.

Maximum	Minimum	Jahr
$2^\circ 12 \sin (56^\circ 9 + 2x)$	$0^\circ 58 \sin (53^\circ 8 + 2x)$	$1^\circ 34 \sin (58^\circ 8 + 2x)$
November bis Jänner	Juni bis August	$1^h\ 2^m$ a. m. und p. m.

Das Verhältnis $a_2 : a_1$ beträgt im Mittel nahe $^1/_4$.

Dieses Verhältnis variiert aber von etwa $^1/_6$ in der Regenzeit bis auf $^1/_3$ in der Kaltwetterzeit, das zweite Glied ist demnach am einflußreichsten in der Trockenzeit, es ist auch einflußreicher an den Küsten als im Inlande.

Die monatlichen Werte des Verhältnisses $a_2 : a_1$ sind ziemlich konstant an jeder Station das Jahr hindurch. Das Verhältnis ist am größten an den Küsten (etwa 0°31 im Mittel), nimmt gegen das Innere ab und ist am kleinsten an den Stationen in Ober-Indien (Roorkee, Bellary 0°23, Nagpur, Jubbulpore und Deesa 0°22). Das Verhältnis ist aber für das feuchte Assam dasselbe wie für Lahore und Agra und hängt deshalb nicht von der Feuchtigkeit ab.

Von den Konstanten der dritten und vierten Komponente $a_3 \sin (A_3 + 3x)$ und $a_4 \sin (A_4 + 4x)$ mögen nur folgende Mittelzahlen für das Jahr hier Platz finden.

	Tropische Küsten		Außertropische Küsten		Tropisches Inland		Außertropisches Inland	
a_3 u. A_3	0°11	115°8	0°13	128°8	0°34	22°0	0°34	18°1
a_4 u. A_4	0·16	234·8	0·20	218·1	0·28	231·3	0·33	225·0

Wie man sieht, ist das dritte und vierte Glied schon recht unbedeutend, besonders an den Küsten.

Herr Eliot macht besonders aufmerksam auf die Konstanz des Verhältnisses der Amplituden a_1, a_2, a_3, a_4 bei der Temperatur, gegenüber deren Verhalten bei Dampfdruck und Bewölkung, wo diese Verhältnisse von Station zu Station sehr schwanken ($a_2 : a_1$ von 0°15 bis 3°63). Auch beim Luftdruck ist die Verschiedenheit erheblich größer.

Es mögen dafür einige Nachweise gegeben werden.

Temperatur.

	Verhältnis $a_2 : a_1$			
	Jänner	April	Juli	Nov.
Tropische Küsten	0·31	0·28	0·31	0·32
Außertropische Küsten	0·30	0·27	0·25	0·31
Tropisches Inland	0·24	0·23	0·31	0·25
Außertropisches Inland	0·31	0·19	0·21	0·30
Allg. a_3/a_1	0·06	0·08	0·06	0·06
Mittel a_4/a_1	0·07	0·05	0·04	0·08

Luftdruck.

	Verhältnis $a_2 : a_1$			
	Jänner	April	Juli	Nov.
Tropische Küsten	1·91	1·59	2·28	2·17
Außertropische Kßsten	1·53	1·20	1·47	1·46
Tropisches Inland	1·07	1·32	3·04	2·00
Außertropisches Inland	1·73	1·02	1·18	1·45
Mittel. $a_3 : a_1$	0·30	0·05	0·15	0·23

Man sieht, daß bei dem Temperaturgang die Größenverhältnisse der Amplituden der halbtägigen, drittel- und vierteltägigen Wellen zu jenen der ganztägigen in einem sehr konstanten Verhältnis stehen. Beim Luftdruck ist das nicht der Fall, es ist eben die ganztägige Welle beim Luftdruck örtlich und jahreszeitlich sehr verschieden und lokalbedingt. Die Amplitude der ganztägigen Oszillation des Barometers steht mit jener der halbtägigen in keiner engeren Beziehung. Die beiden Wellen sind voneinander unabhängig, sind Erscheinungen verschiedenen Ursprungs. Nicht so verhält es sich mit den Wellen verschiedener Periodenlänge, in welche wir die komplexe tägliche Temperaturwelle zerlegen können. Keine

dieser Wellen hat eine selbständige Existenz, wie dies bei der doppelten täglichen Welle des Luftdruckes der Fall ist.

Besonders auffallend tritt dieser Unterschied hervor, wenn wir die Extreme des Verhältnisses der Amplituden $a_2 : a_1$ im gleichen Monat an verschiedenen Stationen gegenüberstellen. Einer Tabelle, welche die Verhältnisse $a_2 : a_1$ für die gleichen 27 Stationen in Indien beim täglichen Temperaturgang und beim täglichen Gang des Barometers enthält, können wir folgende größte und kleinste Werte des Quotienten $a_2 : a_1$ an verschiedenen Stationen gegenüberstellen.

	Jänner		April		Juli		November	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Temperatur	0·35	0·22	0·34	0·17	0·44	0·15	0·37	0·22
Luftdruck	3·40	1·03	2·68	0·61	0·14	0·39	3·15	0·61

Das ganz verschiedene Verhalten in den Beziehungen der Größe der Amplituden der ganztägigen und der halbtägigen Welle des täglichen Ganges beim Luftdruck und bei der Temperatur tritt in diesen Zahlen in auffallender Weise zu Tage.

In Tabelle V habe ich, wie in den beiden vorangegangenen Teilen dieser Arbeit, eine Übersicht über den täglichen Gang der Temperatur an allen Stationen im Jahresmittel gegeben.

Diese Tabelle gestattet, sich rasch über den beiläufigen Betrag der Korrektionen der Mittel aus gewissen Terminbeobachtungen zu orientieren. In Indien sind allerdings die jährlichen Änderungen im täglichen Gange der Temperatur recht groß, so daß das Jahresmittel einigermaßen an Bedeutung verliert. Es wird aber in diesem eigentlich nur der tägliche Temperaturgang in der Regenzeit unterdrückt, der Gang in den trockenen Monaten bestimmt jenen im Jahresmittel. Zu weiteren Bemerkungen gibt Tabelle V keinen Anlaß.

Tabelle VI enthält die Korrektionen der Mittel aus den Terminbeobachtungen: (7 + 2 + 9) : 3; (7 + + 2 + 9 + 9) : 4; (6 + 2 + 10) : 3; (6+2+8) : 3; und der Mittel der täglichen unperiodischen Extreme. Ich gebe diesmal die Korrektionstabelle nur in einer Form, als Übersicht der Korrektionen der gleichen Terminkombinationen an sämtlichen Orten.

Ich habe mich dabei auf die oben angeführten fünf Arten von Mittelbildung beschränkt. Während ich früher die Korrektion des Mittels (6 + 2 + 10) : 3 nur für einige Stationen berechnet habe, ist dies hier für alle Orte geschehen. In etwas höheren Breiten gewinnt dieses Mittel etwas mehr Bedeutung. Es ist das einzige aus äquidistanten Terminbeobachtungen, hat aber leider trotz dieses Vorzuges (namentlich auch in Bezug auf die anderen meteorologischen Elemente) praktisch den Boden jetzt fast ganz verloren

In Indien wird keine der angeführten Terminkombinationen verwendet. Die Korrektionen für die in Indien am meisten üblichen Arten der Mittelbildung findet man in Indian Met. Memoirs Vol. V und Vol. IX bei den einzelnen Stationen. Meine Zusammenstellung verfolgt den Zweck, für einige bestimmte gute Terminkombinationen die Korrektionen für alle Stationen vergleichen zu können, um derart deren Veränderlichkeit nach Ort und Jahreszeit kennen zu lernen und dadurch zu einer genaueren Schätzung der Güte derselben zu gelangen. Zu den Korrektionen der Mittel aus anderen Terminkombinationen gelangt man ja jederzeit bequem durch meine Tabellen der Abweichungen der Stundenmittel von dem Tagesmittel.

Um eine genauere Abschätzung der relativen Güte der angegebenen fünf Arten von Temperaturmitteln zu ermöglichen, habe ich in einer Tabelle (VII) für sämtliche in meinen drei Abhandlungen komparierende Orte (rund 70) zusammengestellt: 1. den mittleren Betrag der Korrektion (Jahresmittel), und 2. die Größe der Änderung der Korrektion im Laufe des Jahres, also die Jahresschwankung der Korrektion.

Tabelle V.

Übersicht über den täglichen Gang der Temperatur im Jahresmittel.

Äußere Tropenzone. Südasien, Australien.

Ort	Bombay	Calcutta	Trichinopoly	Bellary	Belgaum	Rangoon	Poona	Cuttack	Nagpur	Chittagong	Pachmarchi
Breite	18°54'	22°32'	10°50'	15° 9'	15°52'	16°46'	18°28'	20°29'	21°9 '	22°21'	22°28'
Länge Gr. . . .	72°49'	88°20'	78°44'	76°57'	74°42'	96°12'	74°10'	85°54'	79°11'	91°50'	78°28'
Höhe *m*	10	21	77	450	769	13	561	24	312	26	1075
Mitternacht	−1·0	−1·9	−2·4	−2·0	−2·8	−2·1	−3·1	−2·4	−3·1	−1·7	−2·4
1	−1·2	−2·1	−2·8	−3·1	−3·1	2·4	−3·7	−2·7	−3·4	−2·1	−2·7
2	−1·3	−2·2	−3·2	−3·0	−3·4	2·7	−4·2	−2·9	−3·9	−2·3	−3·0
3	−1·5	−2·4	−3·6	−4·0	−3·7	−2·9	4·6	−3·1	−4·4	−2·6	−3·3
4	1·6	−2·6	−3·8	4·4	−3·9	−3·1	−5·0	−3·3	−4·8	−2·9	−3·6
5	1·7	2·7	−4·0	−4·7	−4·1	−3·2	−5·3	−3·6*	−5·2	−3·2*	−3·8
6	−1·8*	−2·8*	−4·2*	−4·9*	−4·2*	−3·3*	−5·5*	−3·6	−5·4*	−3·2	−3·9*
7	1·5	−2·3	−3·4	4·2	−3·0	−2·8	−4·4	−2·9	−4·1	−2·6	−2·9
8	−0·7	1·1	1·7	−2·1	−0·8	−1·4	−2·0	−1·6	−1·6	−1·4	−0·4
9	0·1	0·3	0·1	0·1	1·3	0·3	0·6	0·1	0·6	0·2	1·2
10	0·9	1·3	1·5	1·6	2·8	1·7	2·8	1·8	2·3	1·6	2·3
11	1·5	2·3	2·8	2·9	4·0	2·8	4·2	3·1	3·7	2·7	3·1
Mittag	1·9	2·9	3·9	4·2	4·8	4·3	5·2	4·0	4·8	3·3	3·7
1	2·2	3·4	4·6	5·1	5·3	4·4	5·8	4·6	5·4	3·5	4·1
2	**2·3**	**3·6**	**5·1**	**5·6**	**5·3**	**4·5**	**6·0**	**4·9**	5·7	**3·6**	**4·3**
3	2·1	3·6	**5·1**	**5·6**	5·0	4·2	5·9	4·8	**5·8**	3·4	4·2
4	1·8	3·3	4·6	5·2	4·2	3·4	5·2	4·1	5·3	2·9	4·0
5	1·2	2·6	3·5	4·3	2·8	2·5	4·0	2·8	4·4	2·0	3·2
6	0·4	1·2	2·0	2·7	0·9	0·9	2·4	1·3	2·7	1·1	1·5
7	0·1	0·1	0·8	1·2	0·3	0·0	0·9	0·1	1·1	0·3	0·0
8	0·2	−0·5	−0·2	0·1	−1·2	−0·6	−0·2	−0·7	−0·1	−0·2	−0·8
9	−0·4	−1·0	−1·0	−0·7	−1·7	−1·1	−1·1	−1·2	−1·2	−0·5	−1·3
10	−0·6	−1·3	−1·6	−1·5	−2·1	−1·4	−1·9	−1·6	−1·9	−0·8	−1·6
11	−0·8	−1·7	−2·1	−2·1	−2·5	−1·8	2·6	−2·0	2·6	−1·2	2·1
Mittel	26·3	25·4	28·1	27·0	22·5	26·1	24·2	26·6	26·2	24·7	20·9

Tabelle V (Fortsetzung).

Äußere Tropenzone. Südasien, Australien. Jahresmittel (Fortsetzung).											
Ort	Jubbulpore	Hazaribagh	Deesa	Kurrachee	Allahabad	Patna	Lucknow	Jeypore	Dhubri	Goalpara	Sibsagar
Breite	23° 9'	24° 0'	24°16'	24°47'	25°26'	25°37'	26°50'	26°55'	26° 7'	26°11'	26°50'
Länge Gr. . . .	79°59'	85°24'	72°14'	67° 4'	81°52'	85°14'	81° 0'	75°50'	89°'50	90°40'	94°40'
Höhe *m*	408	612	142	15	94	56	113	436	47	118	102
Mitternacht	−3·0	2·5	−3·3	−2·2	−3·1	2·4	3·0	3·0	−1·7	−1·4	−1·9
1	−3·0	−2·8	−4·0	−2·5	−3·6	2·9	−3·9	3·9	−2·1	1·8	2·2
2	−4·1	−3·2	−4·6	−2·8	−3·9	3·4	−4·4	−4·3	−2·4	2·3	2·6
3	−4·6	−3·5	−5·2	−3·1	−4·3	3·8	−4·8	−4·8	2·7	−2·7	2·9
4	−5·1	3·8	−5·8	3·4	−4·7	·4·2	−5·2	−5·2	−2·9	−3·0	−3·2
5	−5·6*	−4·1*	−6·4	−3·7	−5·1	−4·0	−5·5	−5·5	−3·1*	−3·2	−3·4
6	−5·4	−4·1*	−6·5*	3·8*	−5·2*	−4·7*	−5·6*	−5·7	−3·1	−3·4*	−3·5*
7	−4·5	3·2	−5·4	−3·3	−4·3	−3·7	−4·3	−4·6	−2·7	−3·1	2·9
8	−2·6	−0·9	−2·8	−1·7	−2·1	−1·9	−1·7	−1·9	−1·8	2·1	−2·0
9	−0·2	1·0	0·3	0·5	0·3	−0·1	0·7	1·0	−0·6	−0·8	0·7
10	2·1	2·3	2·4	2·2	2·4	1·7	2·8	2·9	0·6	0·5	0·6
11	3·8	3·3	4·0	3·5	4·1	3·1	4·2	4·3	1·9	1·8	1·7
Mittag	4·8	4·1	5·3	4·3	5·4	4·0	5·4	5·4	2·8	2·8	2·8
1	5·6	4·6	6·1	**4·7**	6·1	4·6	6·1	6·1	3·4	3·4	3·6
2	6·0	**4·8**	6·6	**4·7**	**6·4**	5·0	**6·5**	**6·6**	3·8	**3·6**	4·2
3	**6·2**	4·7	**6·7**	4·2	6·2	**5·1**	**6·5**	**6·6**	**3·9**	3·6	**4·4**
4	5·7	4·1	6·3	3·5	5·6	4·8	6·2	6·2	3·7	3·3	4·1
5	4·6	3·2	5·2	2·3	4·0	3·7	4·0	4·7	2·9	2·6	3·3
6	3·0	1·6	3·4	1·0	1·8	2·3	2·5	2·6	1·7	1·7	2·1
7	1·4	0·2	1·6	0·1	0·3	0·9	0·6	0·5	0·8	0·9	1·0
8	0·2	0·6	0·3	−0·4	−0·7	0·1	−0·6	−0·8	0·1	0·4	0·2
9	−0·7	−1·2	−0·6	−0·9	−1·4	−0·7	−1·6	−1·7	−0·5	0·0	−0·4
10	−1·5	−1·7	−1·4	−1·4	−1·8	−1·3	−2·3	−2·4	−0·9	−0·5	−0·9
11	−2·3	−2·2	−2·4	−1·8	−2·7	−1·9	−3·0	−3·1	−1·2	−0·9	−1·4
Mittel	24·0	23·4	26·4	25·1	25·1	25·2	24·7	24·7	23·7	23·5	22·4

Tabelle V (Fortsetzung).

Äußere Tropenzone. Südasien, Australien Jahresmittel (Fortsetzung).											
Ort	Agra	Roorkee	Lahore	Leh	Hong-kong	Taihoku	Naha	Zi-ka-wei	Tokyo [1]	Alice Springs	Herberts-höhe
Breite	27°10'	29°52'	31°34'	34°10'	22°15'	25° 4'	26°13'	31°12'	35°41'	23°38'S	4°21'S
Länge	78° 5'	77°56'	74°20'	77°42'	114°12'	121°28'	127°41'	121°11'	139°45'	133°37'E	152°17'E
Höhe	169	280	214	3506	(gering)	9	10	7	21	587	60
Mitternacht	-2·6	-3·2	-3·3	-2·9	-0·7	-1·4	-1·3	-1·9	-1·8	3·6	1·6
1	3·1	-3·8	-3·8	-3·4	-0·8	-1·6	-1·4	-2·1	-2·1	-4·5	-1·8
2	-3·6	-4·3	-4·2	-3·9	-0·9	-1·7	-1·5	-2·2	-2·4	-5·4	-1·9
3	-4·1	-4·8	-4·6	-4·4	-1·0	-1·9	-1·6	-2·4	2·6	-6·1	-2·1
4	-4·7	-5·2	-4·9	-4·9	-1·1	-2·0	-1·7*	-2·5	-2·9	-6·7	-2·2
5	-5·2	-5·5*	-5·3	-5·3*	-1·2*	-2·1*	-1·7	-2·6*	-3·1*	-7·1	-2·3*
6	-5·4*	5·5*	-5·6*	-5·2	-1·2	-2·0	-1·5	-2·4	-2·9	-7·3*	-2·2
7	-4·8	-4·6	-4·6	-3·9	-0·9	-1·3	-0·8	-1·7	-2·2	-5·5	-1·3
8	-2·8	-2·6	-2·4	-1·8	-0·3	-0·1	0·2	-0·4	-0·9	-2·3	0·5
9	-0·4	0·0	0·1	0·4	0·3	1·0	1·0	0·9	0·5	0·8	1·7
10	1·5	2·2	2·3	2·3	0·8	1·9	1·3	2·0	1·7	2·8	2·3
11	3·3	3·9	4·1	3·8	1·1	2·5	2·0	2·7	2·5	4·5	2·7
Mittag	4·6	5·2	5·3	5·1	1·4	2·9	**2·2**	3·1	3·2	5·9	2·9
1	5·1	6·1	6·2	5·9	**1·5**	**2·9**	**2·2**	**3·4**	3·6	6·8	**3·0**
2	5·9	**6·5**	**6·6**	**6·3**	1·5	2·7	2·1	**3·4**	**3·8**	**7·2**	2·8
3	**6·1**	**6·5**	**6·6**	6·2	1·3	2·3	1·9	3·1	3·6	6·8	2·3
4	5·8	5·9	6·2	5·4	1·1	1·7	1·5	2·6	3·0	6·0	1·7
5	4·8	4·7	4·6	3·7	0·6	1·0	0·9	1·7	2·0	5·1	1·0
6	2·9	2·9	2·7	1·8	0·2	0·3	0·3	0·6	1·0	3·9	0·0
7	1·3	1·3	0·9	0·4	-0·1	-0·3	-0·2	-0·2	0·3	2·4	-0·6
8	0·2	0·1	-0·3	-0·5	-0·2	-0·6	-0·6	-0·8	0·3	0·9	-0·9
9	-0·7	-0·9	-1·3	-1·7	-0·3	-0·8	-0·8	-1·2	-0·7	0·5	-1·1
10	-1·5	-1·8	-2·1	-1·9	-0·4	-1·0	-1·0	-1·4	-1·1	1·6	-1·3
11	-2·1	-2·6	-2·8	-2·4	-0·6	-1·2	-1·2	-1·7	-1·5	-2·7	-1·5
Mittel	25·6	23·1	23·9	4·9	22·3	21·5	21·8	14·8	13·9	21·3	25·7

[1] Tokyo, Zeit des 135. Meridians, Ortszeit 19 Minuten später.

Tabelle VI.

Korrektionen der Mittel einer bestimmten Kombination von Terminbeobachtungen.

I. Mittel $(7^h+2^h+9^h):3$.

Ort	Trichinopoly	Rangoon	Dekkan	Bombay	Calcutta	Zentralindien		Küste	Assam	Obere Gangesebene
Breite N.	10°8	16°8	16°8	18°9	22°5	23°	23°	22°5	26°4	26°2
Höhe *m*	80	10	630	10	20	290	850	20	90	200
Jänner	+0·03	−0·13	+0·03	−0·17	0·00	0·00	+0·16	−0·10	−0·30	−0·07
Februar	−0·20	−0·27	+0·07	−0·10	0·00	0·00	+0·10	−0·13	−0·23	+0·10
März	−0·30	−0·57	−0·07	+0·06	−0·10	−0·13	−0·07	−0·17	−0·23	0·00
April	−0·33	−0·43	−0·40	−0·17	−0·23	−0·43	−0·27	−0·23	−0·27	−0·20
Mai	−0·40	−0·23	−0·50	−0·20	−0·30	0·00	−0·43	−0·30	−0·23	−0·33
Juni	0·33	−0·20	0·33	−0·07	−0·20	−0·37	−0·24	−0·17	−0·20	−0·33
Juli	−0·30	−0·13	−0·30	−0·06	−0·13	−0·20	−0·20	−0·17	−0·17	−0·17
August	−0·30	−0·06	−0·23	−0·06	−0·13	0·20	−0·17	0·13	−0·13	0·17
September	−0·30	−0·07	−0·23	−0·07	−0·10	−0·27	−0·16	−0·13	−0·20	−0·20
Oktober	−0·27	0·10	−0·23	−0·17	0·13	−0·23	−0·10	−0·20	−0·20	−0·20
November	−0·20	−0·10	−0·17	−0·20	−0·03	0·13	+0·03	−0·20	0·23	−0·10
Dezember	0·00	−0·07	−0·13	−0·30	+0·03	0·00	+0·13	−0·17	−0·30	−0·03
Jahr	−0·24	−0·20	−0·21	0·13	−0·09	−0·21	−0·10	0·17	−0·22	−0·14

Ort	Panjab	Leh	Hongkong	Taihoku	Naha	Zi-ka-wei	Tokyo		Herbertshöhe	Alice-Springs
Breite N	30°7	34°2	22°3	25°1	26°2	31°2	35°7		4°4 S	23°6 S
Höhe *m*	240	3506	(10)	10	10	10	20		60	590
Jänner	−0·20	−0·30	0·07	0·00	−0·03	0·03	−0·10		−0·10	−0·53
Februar	−0·16	−0·23	−0·03	−0·00	−0·03	−0·10	−0·13		0·00	−0·53
März	−0·16	−0·30	−0·07	−0·07	−0·03	−0·40	−0·20		0·00	−0·56
April	−0·30	−0·50	0·10	−0·20	−0·20	−0·33	0·33		−0·07	−0·30
Mai	−0·46	−0·73	−0·12	−0·20	−0·23	−0·33	0·46		−0·17	−0·25
Juni	−0·50	−0·63	−0·13	−0·23	−0·23	−0·50	−0·40		−0·17	−0·20
Juli	−0·17	−0·60	−0·13	−0·30	−0·30	0·23	−0·40		−0·10	−0·13
August	0·00	−0·63	−0·20	−0·33	−0·23	−0·23	−0·23		−0·10	−0·20
September	−0·20	−0·30	−0·13	−0·23	−0·20	−0·23	0·20		−0·17	−0·40
Oktober	−0·26	−0·23	−0·10	−0·23	−0·10	−0·13	−0·20		0·13	−0·53
November	0·23	−0·23	−0·07	0·07	−0·10	−0·07	−0·20		−0·13	−0·66
Dezember	−0·20	−0·23	0·03	−0·03	−0·10	0·00	−0·26		−0·17	−0·70
Jahr	−0·24	−0·41	−0·10	−0·16	−0·15	−0·21	−0·26		−0·11	−0·42

Tabelle VI (Fortsetzung).

II. Mittel (7+2+9+9):4.

Ort	Trichinopoly	Rangoon	Dekkan	Bombay	Calcutta	Zentralindien		Küste	Assam	Obere Gangesebene
Breite N	10°8	16°8	10°8	18°9	22°5	23°	23°	22°5	26°4	26°2
Höhe *m*	80	10	630	10	10	290	850	20	90	200
Jänner	+0·20	+0·30	+0·22	−0·07	+0·30	+0·17	+0·62	+0·05	−0·20	+0·20
Februar	+0·08	+0·12	+0·35	0·03	+0·22	+0·20	+0·50	+0·13	−0·15	+0·47
März	0·05	−0·15	+0·32	+0·05	+0·17	+0·07	+0·35	+0·15	−0·10	+0·37
April	0·05	−0·03	+0·13	+0·02	+0·20	−0·12	+0·12	+0·20	−0·07	+0·25
Mai	+0·02	0·00	0·00	+0·02	+0·12	−0·27	0·05	+0·10	0·10	+0·05
Juni	+0·05	+0·05	0·00	+0·05	+0·07	−0·25	−0·05	+0·10	−0·08	−0·07
Juli	+0·08	+0·10	0·00	+0·03	+0·03	−0·05	−0·05	+0·05	0·07	+0·03
August	+0·10	+0·10	+0·05	+0·02	+0·03	0·00	−0·03	+0·05	−0·03	+0·03
September	+0·08	+0·12	+0·05	+0·02	+0·10	0·00	0·00	+0·08	−0·02	+0·15
Oktober	0·00	+0·20	+0·15	−0·05	+0·12	+0·17	+0·22	+0·08	0·05	+0·35
November	+0·05	+0·27	+0·15	−0·05	+0·27	+0·27	+0·52	+0·07	−0·13	+0·47
Dezember	+0·15	+0·32	+0·13	0·15	+0·35	+0·30	+0·62	+0·05	−0·17	+0·45
Jahr	+0·06	+0·12	+0·13	−0·01	+0·16	+0·04	+0·23	+0·09	−0·10	+0·23

Ort	Panjab	Leh	Hongkong	Taihoku	Naha	Zi-ka-wei	Tokyo		Herbertshöhe	Alice-Springs
Breite N	30°7	34°2	22°3	25°1	26°2	31°2	35°7		4°4 S	23°6 S
Höhe *m*	240	3506	10	10	10	10	20		60	590
Jänner	+0·10	+0·08	+0·02	+0·15	+0·12	+0·17	+0·10		+0·20	−0·35
Februar	+0·20	+0·05	·00	+0·13	+0·12	+0·08	+0·03		+0·27	−0·45
März	+0·17	−0·03	·00	+0·12	+0·12	0·00	−0·07		+0·30	−0·47
April	+0·10	0·12	·00	0·00	+0·07	+0·10	−0·13		+0·22	−0·10
Mai	−0·05	−0·20	·00	−0·05	+0·05	+0·08	−0·17		+0·15	+0·05
Juni	−0·17	0·15	·00	+0·05	+0·03	+0·05	−0·10		+0·13	+0·07
Juli	+0·00	0·13	·00	+0·05	+0·02	+0·08	+0·08		+0·15	+0·07
August	+0·12	0·07	·00	+0·05	+0·07	+0·17	+0·08		+0·17	+0·03
September	+0·20	+0·15	·00	+0·06	+0·05	+0·17	+0·10		+0·17	−0·15
Oktober	+0·22	+0·15	+0·03	+0·10	+0·15	+0·27	+0·10		+0·20	−0·22
November	+0·32	+0·12	+0·05	+0·13	+0·13	+0·37	+0·05		+0·20	−0·30
Dezember	+0·15	+0·05	+0·05	+0·10	+0·10	+0·25	+0·02		+0·17	−0·40
Jahr	+0·10	0·01	+0·01	+0·07	+0·09	+0·15	+0·01		+0·19	−0·19

Tabelle VI (Fortsetzung).

III. Mittel (6+2+10) : 3.

Ort	Trichinopoly	Rangoon	Dekkan	Bombay	Calcutta	Zentralindien		Küste	Assam	Obere Gangesebene
Breite N	10°8	16°8	16°8	18°9	22°5	23°	23°	22°5	26°4	26°2
Höhe *m*	80	10	630	10	20	290	850	20	90	200
Jänner	+0·30	+0·23	+0·50	0·00	+0·10	+0·43	+0·40	+0·10	−0·13	+0·23
Februar	+0·40	+0·13	+0·03	+0·17	+0·13	+0·50	+0·43	+0·10	+0·10	+0·47
März	+0·40	−0·20	+0·60	−0·20	+0·17	+0·07	+0·07	+0·17	+0·23	+0·73
April	+0·30	+0·10	+0·40	+0·10	+0·23	+0·70	+0·70	+0·20	+0·20	+0·90
Mai	+0·20	+0·17	+0·33	+0·14	+0·23	+0·47	+0·40	+0·13	+0·13	+0·60
Juni	+0·10	+0·07	+0·07	+0·18	+0·20	+0·13	+0·10	+0·10	+0·03	+0·20
Juli	+0·10	−0·03	+0·10	+0·17	+0·13	+0·10	+0·10	+0·07	+0·07	+0·17
August	+0·13	+0·03	+0·13	+0·07	+0·13	+0·10	+0·07	+0·10	+0·13	+0·17
September	+0·20	+0·10	+0·13	+0·07	+0·17	+0·23	+0·17	+0·13	+0·07	+0·30
Oktober	+0·23	+0·17	+0·37	+0·07	+0·20	+0·53	+0·43	+0·17	+0·13	+0·50
November	+0·23	+0·20	+0·47	0·00	+0·20	+0·07	+0·56	+0·23	+0·00	+0·37
Dezember	+0·23	+0·27	+0·27	0·10	+0·17	+0·50	+0·43	+0·14	−0·07	+0·27
Jahr	+0·24	+0·11	+0·34	+0·09	+0·17	+0·42	+0·37	+0·14	+0·10	+0·41

Ort	Panjab	Leh	Hongkong	Taihoku	Naha	Zi-ka-wei	Tokyo		Herbertshöhe	Alice Springs
Breite N	30°7	34°2	22°3	25°1	26°2	31°2	35°7		4°4 S	23°6
Höhe *m*	240	3500	10	10	10	10	20		60	590
Jänner	0·00	+0·13	0·00	+0·03	+0·07	+0·03	+0·03		+0·20	+0·77
Februar	+0·23	+0·23	0·00	+0·10	+0·10	+0·10	+0·07		+0·23	+0·77
März	+0·46	+0·20	0·00	+0·07	+0·10	+0·16	+0·20		+0·25	+0·77
April	+0·07	+0·37	0·00	+0·10	+0·10	+0·26	+0·20		+0·25	+0·03
Mai	+0·00	+0·37	0·00	+0·20	+0·13	+0·20	+0·13		+0·20	+0·40
Juni	+0·30	+0·40	+0·03	+0·24	+0·10	+0·03	+0·07		+0·17	+0·10
Juli	+0·33	+0·40	+0·07	+0·30	+0·17	+0·10	+0·10		+0·15	+0·40
August	+0·40	+0·33	+0·07	+0·27	+0·23	+0·20	+0·20		+0·17	+0·50
September	+0·43	+0·30	+0·10	+0·20	+0·27	+0·20	+0·17		+0·17	+0·03
Oktober	+0·46	+0·23	+0·10	+0·10	+0·27	+0·23	+0·17		+0·20	+0·66
November	+0·20	+0·13	+0·03	+0·10	+0·07	+0·23	+0·07		+0·20	+0·07
Dezember	0·00	+0·07	+0·03	0·00	+0·00	+0·13	0·03		+0·15	+0·70
Jahr	+0·34	+0·27	+0·03	+0·14	+0·14	+0·10	+0·12		+0·19	+0·58

Tabelle VI (Fortsetzung).

IV. Mittel (6+2+8) : 3.

Ort	Trichinopoly	Rangoon	Dekkan	Bombay	Calcutta	Zentralindien		Küste	Assam	Obere Ganges-Ebene
Breite N	10°8	16°8	16°8	18°9	22°5	23°	23°	22°5	26°4	26°2
Höhe *m*	80	10	630	10	10	290	850	20	90	200
Jänner	−0·26	−0·40	−0·13	−0·30	−0·30	−0·27	0·03	−0·27	·0·63	−0·33
Februar	−0·37	−0·50	−0·13	−0·20	−0·27	−0·20	0·00	−0·26	−0·43	−0·20
März	−0·30	−0·56	−0·13	·00	−0·20	−0·10	+0·16	−0·17	−0·30	−0·07
April	−0·17	−0·47	−0·13	+0·07	−0·13	−0·03	+0·16	0·10	−0·20	0·13
Mai	−0·23	−0·10	−0·23	+0·03	0·10	−0·30	−0·03	−0·10	0·17	−0·10
Juni	0·33	0·00	−0·17	0·00	0·00	0·33	−0·00	−0·07	−0·17	−0·20
Juli	−0·33	0·00	−0·03	0·00	0·00	−0·13	0·06	−0·07	−0·10	0·10
August	−0·33	0·00	−0·10	0·00	+0·03	0·13	−0·03	−0·03	−0·07	0·07
September	0·33	0·00	0·10	0·00	+0·07	−0·07	+0·03	0·00	−0·23	0·03
Oktober	0·07	0·00	0·00	−0·13	+0·03	0·00	+0·20	−0·07	−0·23	0·00
November	−0·00	−0·03	−0·07	−0·27	0·10	0·03	+0·26	0·17	0·37	0·17
Dezember	+0·03	−0·10	−0·17	−0·40	−0·17	−0·17	+0·10	−0·26	−0·60	−0·27
Jahr	−0·23	−0·18	−0·12	−0·10	−0·10	−0·15	+0·07	0·13	−0·29	−0·14

Ort	Panjab	Leh	Hongkong	Taihoku	Naha	Zi-ka-wei	Tokyo		Herbertshöhe	Alice Springs
Breite N	30°7	34°2	22°3	25°1	26°2	31°2	35°7		4°4 S	25°6 S
Höhe *m*	240	3506	10	10	10	10	20		60	590
Jänner	−0·60	−0·30	−0·07	−0·03	−0·07	−0·17	−0·50		+0·07	−0·13
Februar	−0·33	−0·20	−0·03	0·03	−0·03	0·17	−0·30		+0·13	0·13
März	−0·30	−0·20	−0·03	0·03	−0·03	0·10	−0·13		+0·17	−0·13
April	−0·10	−0·07	−0·03	0·00	−0·03	0·00	−0·23		+0·20	0·17
Mai	0·13	−0·13	−0·03	+0·03	−0·03	0·00	−0·37		+0·13	0·33
Juni	−0·26	−0·17	0·00	+0·07	0·03	0·13	0·40		+0·10	−0·30
Juli	−0·10	−0·17	0·03	+0·07	+0·03	0·10	−0·40		+0·07	0·43
August	0·00	−0·20	−0·03	+0·07	+0·07	+0·07	0·37		+0·13	−0·37
September	0·00	−0·20	0·00	+0·07	+0·10	+0·10	0·30		+0·13	−0·23
Oktober	−0·24	−0·23	0·00	0·00	+0·10	+0·07	−0·27		+0·17	−0·27
November	−0·47	−0·27	−0·07	−0·03	0·03	+0·03	−0·47		+0·13	−0·30
Dezember	−0·66	−0·30	−0·07	−0·07	−0·06	−0·10	0·53		+0·07	−0·17
Jahr	−0·27	−0·20	−0·02	+0·01	0·00	−0·04	−0·36		+0·12	−0·25

Tabelle VI (Fortsetzung).

Korrektion der Mittel aus den täglichen unperiodischen Extremen.

	Bombay	Calcutta	Trichinopoly	Bellary	Belgaum	Rangoon	Poona	Cuttak	Nagpur	Chittagong
Jänner	-0·4	0·0	0·0	0·5	0·4	1·1	-0·2	1·1	-0·4	0·1
Febr.	-0·5	-0·5	0·0	-0·1	0·0	-1·2	0·2	1·2	0·2	0·2
März	0·9	-0·5	0·8	0·3	0·9	-1·5	0·4	1·3	0·4	0·0
April	0·6	0·4	0·8	0·0	1·4	1·3	1·0	1·5	0·2	0·0
Mai	-0·6	-0·2	-1·3	0·0	1·4	1·3	1·0	1·3	-0·6	0·1
Juni	0·7	-0·2	1·0	0·9	0·9	1·1	1·2	0·8	1·0	-0·1
Juli	-0·8	-0·2	1·1	1·1	0·7	1·0	0·9	0·7	-0·6	0·2
Aug.	0·6	-0·2	1·2	0·9	-0·8	0·9	1·1	-0·7	-0·8	-0·2
Sept.	0·0	-0·2	1·2	0·8	-0·9	0·9	1·2	0·7	-0·7	0·3
Okt.	-0·7	-0·3	-0·9	-0·7	0·7	0·9	0·7	0·0	-0·5	-0·3
Nov.	0·4	0·3	0·6	-0·5	-0·4	0·9	0·2	0·8	-0·3	0·2
Dez.	-0·4	-0·6	0·5	0·4	0·3	-0·9	-0·1	1·0	0·4	0·0
Jahr	0·00	0·30	0·88	0·02	-0·80	1·10	-0·68	0·60	-0·42	0·13

	Pachmarchi	Jubbulpore	Hazaribagh	Deesa	Kurrachee	Allahabad	Patna	Lucknow	Jeypore	Dhubri
Jänner	-0·4	-0·6	0·5	-0·1	-0·2	-0·9	-0·4	0·9	0·8	-0·7
Febr.	0·1	0·3	0·3	+0·1	0·3	0·6	-0·3	0·7	0·6	-0·8
März	+0·2	-0·2	-0·2	+0·2	0·0	-0·4	0·3	0·4	0·2	-0·9
April	0·0	0·0	-0·1	+0·5	0·7	0·3	0·5	0·2	-0·1	0·4
Mai	+0·1	-0·2	0·7	-0·2	-0·6	0·4	0·6	0·4	0·4	0·5
Juni	0·4	1·1	-0·8	0·4	-0·7	-0·7	1·0	0·4	-0·7	0·8
Juli	0·2	-0·7	-0·6	0·6	0·7	0·6	-0·8	0·3	0·7	-0·6
Aug.	0·3	0·7	0·7	0·3	-0·6	-0·6	-0·7	-0·6	0·9	-0·8
Sept.	0·2	-0·6	-0·6	0·4	-0·5	-0·7	-0·7	-0·6	-0·8	0·[illegible]
Okt.	0·0	0·5	-0·4	-0·1	0·7	0·8	-0·5	-0·7	-0·7	-0·8
Nov.	-0·3	-0·5	0·4	0·2	0·3	-0·9	0·5	1·0	0·9	0·7
Dez.	-0·5	-0·7	0·5	-0·1	0·4	1·1	-0·4	-1·2	-1·1	0·7
Jahr	-0·19	-0·51	-0·49	0·14	0·54	-0·67	0·56	0·02	-0·65	0·73

Tabelle VI

	Sibsagor	Agra	Roorkee	Lahore	Leh	Hong-kong	Taihoku
Jänner	−0·7	−0·6	−0·9	−1·1	−1·1	−0·3	−0·6
Febr.	−0·9	−0·4	−0·8	−0·6	−1·0	+0·1	+0·2
März	−0·9	−0·1	−0·0	−0·4	−0·7	−0·2	0·0
April	−0·0	−0·2	−0·3	−0·2	−0·6	−0·2	−0·5
Mai	−0·6	−0·6	−0·6	−0·2	−0·3	−0·3	−0·5
Juni	−0·7	−0·1	−0·6	−0·2	−0·6	−0·2	−0·5
Juli	0·7	0·5	−0·6	−0·5	1·0	−0·2	−0·5
Aug.	−0·7	−0·4	−0·8	−0·5	−1·4	−0·4	−0·5
Sept.	−0·9	−0·4	−0·8	−0·6	−1·2	−0·3	−0·6
Okt.	−0·7	−0·6	−1·0	−0·8	−0·9	−0·2	−0·6
Nov.	−0·8	−0·8	−1·4	−1·1	−1·1	−0·4	−0·4
Dez.	−0·6	−0·7	−1·2	1·2	−1·1	−0·2	−0·5
Jahr	0·73	−0·44	−0·81	−0·61	−0·92	−0·23	−0·50

Die Stationen wurden in zwei Gruppen geteilt: Küsten- und Inselstationen, Inlandstationen, und in jeder Gruppe nach der geographischen Breite geordnet. Dies ermöglicht einen Vergleich der Korrektionen unter verschiedenen mittleren Breiten.

Bei der großen Anzahl von Stationen in ähnlicher Lage in Indien und der Kürze der Beobachtungsreihen derselben, habe ich für Indien mittlere Korrektionen für Stationsgruppen berechnet. Da die Tabellen für die einzelnen Orte vorhanden sind, kann man im Bedarfsfalle sich leicht diese Korrektionen auch für die einzelnen Stationen berechnen. Für Stationen, welche sich nicht in Gruppen einordnen ließen (z. B.

(Fortsetzung).

Naha	Tokyo	Alice Springs	Herbertshöhe	Mollendo	La Joya	Cuzco	S. Ana
-0·1	−0·5	0·0	−0·6	−·46	·97	−·74	−·60
−0·1	−0·3	+0·2	0·4	−·37	−·90	−·74	−·65
+0·1	−0·1	+0·3	0·3	−·35	−·80	−·83	−·72
−0·2	0·0	+0·2	0·4	−·39	·87	1·01	·90
−0·1	+0·1	−0·1	−0·4	−·41	−·90	−1·06	−1·07
−0·3	−0·1	−0·2	−0·3	−·38	−1·00	·90	1·15
−0·3	−0·4	0·3	−0·2	−·32	−1·03	·87	−1·17
−0·3	−0·4	−0·2	−0·2	−·34	−·99	−·83	−1·11
−0·3	−0·4	+0·2	0·3	−·43	·95	−·85	−·99
-0·2	−0·2	0·0	−0·7	−·51	·87	−·78	−·82
0·2	−0·4	−0·3	0·8	−·55	·70	−·60	−·74
−0·1	−0·4	0·0	−0·8	−·53	·83	−·65	−·63
−0·18	−0·26	0·00	−0·45	0·42	0·91	0·83	0·88

Mollendo (Peru) . . . . 17° 5' 73° 0' 24 m
La Joya . . . . 16° 40' 72° 15' 1262 m
Cuzco . . . . 13° 27' 72° 0' 3380 m
S. Ana . . . . 12° 28' 72° 45' 1040 m

Trichinopoly, Rangoon), sind die Korrektionen auch separat berechnet und mitgeteilt worden.

Die Jahresmittel der Korrektionen des Mittels (7+2+9) : 3 haben durchgängig das negative Zeichen, von 36 Orten im Inlande haben nur 2, von 34 an Küsten und Inseln nur 1 ein positives Vorzeichen.

Die Korrektionen des Mittels (7+2+9+9) sind fast durchgängig positiv, von 36 Inlandstationen haben 10, von 34 Küsten- und Inselstationen nur 2 ein negatives Vorzeichen.

Die Korrektionen des Mittels (6+2+8) : 3 sind zumeist negativ, von 36 Inlandstationen haben 6 von 32 Küsten- und Inselstationen haben 12 ein positives Vorzeichen.

Tabelle

A. Küsten

Ort		Breite		Höhe *m*	Mittlere tägliche Amplitude	Korrektion der		
						7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10
Singapore	I	1°3	nördl.	5	6·8	—·23	+·12	—
Para	I	1·3	südl.	10	7·4	—·27	+·10	-
Herbertshöhe	III	4·4	»	60	5·3	·11	+·19	+·19
Batavia	I	6·2	»	7	6·0	—·04	+·13	–
Dar-es-Salam	I	6·8	—	14	6·4	·07	+·15	
Ascension	I	7·9	»	10	5·1	·10	+·21	
Trevandrum	I	8·5	nördl.	59	5·9	–·20	+·07	
Loanda	I	8·8	südl.	67	3·0	·05	-	
La Boca (Panama)	I	8·9	nördl.	(10)	4·8	-·13	(—·26)	
Trinidad	II	10·6	»	20	6·5	·10	+·15	+·45
Port Darwin	I	12·5	südl.	21	7·7	·38	+·05	
Aden	II	12·8	nördl.	29	3·7	—·05	+·04	+·14
Barbados	II	13·1	»	17	5·2	·18	+·38	+·33
Madras	I	13·1	»	10	6·6	—·08	+·12	
Manila	I	14·0	»	14	6·5	—·13	+·07	
S. Helena	I	16·0	südl.	540	3·1	—·10	+·04	—
Camp Jacob (Guadeloupe)	I	16·0	nördl.	530	4·1	·24	+·01	
Rangoon	III	16·8	»	13	7·8	·20	+·12	+·11
Mollendo	I	17·1	südl.	26	5·1	-·15	+·07	
Kingston (Jamaika)	II	18·0	nördl.	12	7·5	+·07	+·36	+·49
San Juan (Portorico)	II	18·5	»	15	4·9	—·10	+·07	+·22
Port-au-Prince (Haiti)	I	18·6	»	36	8·7	·27	+·13	+·03
Bombay	III	18·9	»	10	4·1	-·13	·01	+·09
Santiago de Cuba	II	19·9	»	18	7·9	·19	+·12	+·34
Djeddah	II	21·5	»	7	4·5	+·01	+·01	+·38
Hongkong	III	21·3	»	10	2·7	·10	+·01	+·03
Vorderindien	III	21·5	»	20	8·1	–·17	+·09	+·14
Rio de Janeiro	II	22·9	südl.	65	4·6	-·10	00	+·08
Habana	II	23·1	nördl.	25	5·5	—·08	+·06	+·28
Iguapé	II	24·7	südl.	7	2·7	—·10	·07	+·04
Taihoku	III	25·1	nördl.	10	5·1	·16	+·07	+·14
Naha	III	26·2	»	10	3·9	—·15	+·09	+·14
Zi-ka-wei	III	31·2	»	10	6·2	—·21	+·15	+·16
Tokyo	III	35·7	»	20	6·9	—·26	+·01	+·12

VII.

und Inseln.

Mittel		Jahresschwankung dieser Korrektionen					Ort	
6, 2, 8	Max., Min.	7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10	6, 2, 8	Max., Min.		
·17	–	·37	·33	—	·37		Singapore	I
—·04	—·70	·25	·21	—	·13	·00	Para	I
+·12	—·45	·17	·17	·10	·13	·00	Herbertshöhe	III
—·07	—	·13	·17	—	·20	-	Batavia	I
+·19	·44	·13	·17		·37	·90	Dar es-Salam	I
+·07	—	·21	·25		·20		Ascension	I
·03	—	·14	·08		·10		Trevandrum	I
	-·31	·09			-	·10	Loanda	I
(·30)	-	·10	·25		·23		La Boca (Panama)	I
+·11	-·53	·10	·14	·30	·30	·28	Trinidad	II
·20	1·12	·46	·32	43		·20	Port Darwin	I
-·01	·50	·29	·13	·30	·20	·67	Aden	II
+·15	—·19	·33	·23	·17	·10	·24	Barbados	II
—·03	—·87	·50	·22	--	·33	(1·30)	Madras	I
+·06	--·20	·47	·34		·27	·40	Manila	I
-	—	·06	·10	-		-	S. Helena	I
·05	·00	·13	·04		10	·40	Camp Jacob (Guadeloupe)	I
·18	1·10	·51	·47	·47	·56	·00	Rangoon	III
·24	—·44	·10	·05		·10	·33	Mollendo	I
+·11	—·53	·23	·22	·37	·37	·33	Kingston (Jamaika)	II
+·02	·23	·10	·10	·10	·17	·40	San Juan (Portorico)	II
+·38	·70	·36	·23	·30	·30	·27	Port-au-Prince (Haiti)	I
·10	—·60	·36	·20	·28	·47	·50	Bombay	III
+·04	·59	·37	·25	·37	·33	·30	Santiago de Cuba	II
+·05	(+1·24)	·31	·37	·30	·20	(1·35)	Djeddah	II
—·02	—·23	·17	·05	·10	·07	·50	Hongkong	III
·13	—·55	·20	·15	·16	·27	·57	Vorderindien	III
—·14	-·33	·23	·15	·17	·27	·50	Rio de Janeiro	II
+·08	·17	·21	·09	·26	·22	·28	Habana	II
—·09	·10	·17	·17	·20	·23	·30	Iguape	II
+·01	—·50	·33	·18	·30	·14	·80	Taihoku	III
00	—·18	·27	·13	·21	·17	·40	Naha	III
—·04	—	·40	·37	·23	·27		Zi-ka-wei	III
—·36	—·26	·36	·27	·23	·40	·00	Tokyo	III

Tabelle VII

B. Inland-

Ort		Breite		Höhe	Mittlere tägliche Amplitude	Korrektion der		
						7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10
Kwai	I	4°8	südl.	1610	7·6	+0·02	+0·35	–
Tabora	I	5·1	»	1230	7·5	0·33	+0·03	—
Quixeramobim	I	5·3	»	210	8·5	—·28	+·03	—
Tosamaganga	I	7·8	»	1600	8·7	–·35	+·10	—
Bismarckburg	I	8·2	nördl.	710	7·0	—·33	—·05	+·02
Agustia Pik	I	8·6	»	1880	3·2	—·13	—·04	–
Alhajuela (Panama)	I	9·2	»	45	7·1	—·04	+·22	—
San José (Costa Rica)	I	9·9	»	1170	8·4	—·23	+·23	—
Trichinopoly	III	10·8	—	80	9·4	—·24	+·06	+·24
Guatemala	I	14·6	»	1490	10·0	-·30	+·15	–
Chimax bei Coban	I	15·5	»	1300	8·4	–·09	+·20	—
Boroma (Südafrika)	I	16·0	südl.	190	9·6	—·25	–·33	+·07
Arequipa	I	16·4	»	2360	13·3	+·10	+·57	·
Timbuctu	I	16·8	nördl.	250	16·2	—·23	+·17	+·53
Dekkan (Indien)	I	16·8	»	630	10·7	·21	+·13	+·34
Tananarivo	II	18·9	südl.	1400	8·1	—·21	+·06	+·03
Mexico	II	19·4	nördl.	2280	10·4	—·39	–·17	+·07
Mauritius	II	20·1	südl.	55	7·7	—·16	+·22	+·34
Puerto Principe (Cuba)	II	21·4	nördl.	20	9·4	—·17	+·21	+·17
Calcutta	III	22·5	»	20	6·6	—·09	+ 16	+ ·17
Windhuk	II	22·6	südl.	1660	11·1	–·30	+·02	+·41
Amparo (São Paulo)	II	22·8	»	660	9·9	·36	–·12	+·08
Centralindien	II	23·0	nördl.	290	12·2	—·21	+·04	+·42
Centralindien	III	23·0	»	850	8·6	·10	+·23	+·37
Alice Springs	III	23·6	südl.	500	14·5	·42	–·10	+·58
São Paulo	II	23·6	»	700	8·2	—·35	—·04	·04
Asuncion (Paraguay)	II	25·3	»	105	9·4	–·21	+·24	+·24
Curityba	II	25·4	»	910	7·8	—·17	+·15	+·13
Obere Gangesebene	III	02·2	nördl.	200	12·0	—·14	+·23	+·41
Assam	III	26·4	»	90	7·5	·22	—·10	+·10
Kimberley	II	28·7	südl.	1230	14·4	—·24	+·23	+·44
Cairo	II	30·1	nördl.	30	11·3	—·29	— 05	+·27
Punjab		30·7	»	240	12·4	—·24	+·10	+·34
Cordoba	II	31·4	südl.	438	12·0	—·25	+·17	+·39
Rosario	II	32·9	»	30	11·0	—·42	+·07	+·30
Leh	III	34·2	nördl.	3510	11·9	—·41	–·01	+·27

(Fortsetzung).

stationen.

Mittel		Jahresschwankung dieser Korrektionen					Ort	
6, 2, 8	Max., Min.	7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10	6, 2, 8	Max., Min.		
+0·20	0·03	·30	·42		·57	·00	Kwai	I
−0·04	−0·03	·30	·49	—	·20	1·10	Tabora	I
−·34	−·03	·20	·37		·17	·40	Quixeramobim	I
+·06	−·92	·30	·23	·	·20	·60	Tosamaganga	I
−·19	·75	·30	·20	·10	·20	·20	Bismarckburg	I
−·09	—	·33	·22	—	·30	—	Agustia Pik	I
+·05		·20	·13		·23		Alhajuela (Panama)	I
+·10	−1·07	·30	·15	—	·52	·50	San José (Costa Rica)	I
−·23	−·88	·43	·20	·30	·40	·80	Trichinopoly	III
−·23	·90	·30	·33	—	·57	·40	Guatemala	I
−·14	−·74	·34	·32	—	·40	·70	Chimax bei Coban	I
−·44	-	·27	·47	·43	·24		Boroma (Südafrika)	I
−·17	-	·50	·07	—	·87	—	Arequipa	I
−·23	−·48	·17	·17	·34	·23	·90	Timbuctu	I
·12	−·70	·57	·35	·56	·20	1·03	Dekkan (Indien)	I
−·38	−·98	·20	·15	·06	·14	1·10	Tananarivo	II
−·30	−·58	·34	·20	·13	·47	·50	Mexico	II
+·12	−·38	·73	·43	·26	·17	·09	Mauritius	II
−·18	·74	·37	·17	·23	·23	·58	Puerto Principe (Cuba)	II
·10	·30	·33	·32	·10	·37	·40	Calcutta	III
·09	−·02	·70	·07	·29	·16	·30	Windhuk	II
−·30	−·70	·33	·25	·17	·37	·70	Amparo (São Paulo)	II
·15	·36	·60	·57	·00	·33	1·00	Centralindien	III
+·07	−·34	·59	·67	·63	·32	·70	Centralindien	III
−·25	·00	·57	·54	·57	·30	·60	Alice Springs	III
−·35	−1·08	·23	·08	·30	·43	·40	São Paulo	II
−·05	−·50	·47	·25	·40	·22	·42	Asuncion	II
·13	−·51	·27	·12	·21	·27	·43	Curityba	I
·14	−·58	·43	·54	·73	·33	·83	Obere Gangesebene	III
−·29	−·73	·17	·18	·30	·50	·40	Assam	III
·18	−·61	·07	·49	·07	·40	·80	Kimberley	II
−·28	(−·33)	·29	·37	·04	·30	(45)	Cairo	II
−·27	−·71	·50	·37	·60	·66	1·05	Punjab	III
−·21	−·37	·50	·40	·53	·30	1·05	Cordoba	II
−·19	−·18	·73	·38	·59	·36	·20	Rosario	II
−·20	−·92	·50	·35	·39	·23	·90	Leh	III

Das Mittel (6+2+10) : 3 ist in den Tropen im Durchschnitt entschieden zu niedrig, für Küsten- und Inselstationen ausnahmslos, für die Inlandorte mit einer einzigen Ausnahme (São Paulo).

Die Korrektion des Mittels der täglichen (unperiodischen) Extreme ist stets negativ, diese Mittel sind zumeist erheblich zu hoch bis zu 1° und darüber, nur Windhuk (D. S W. A) hat bloß —·02 (eine neue Beobachtungs-Reihe giebt aber +0·5!) und Alice Springs sogar 0·00 als Korrektion.

Die folgende Tabelle VIII enthält eine übersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse der Tabelle VII und zudem die mittlere Veränderlichkeit und die Extreme der Korrektionen.

Tabelle VIII.

Schätzung der relativen Güte der Mittel verschiedener Terminkombinationen.

Zahl	Mittlere Breite	Mittlere Höhe	Mittlere Ampl.	Jahresmittel der Korrektionen 7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10	6, 2, 8	Max., Min.	Mittlere Jahresamplitude der Korrektionen[1] 7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10	6, 2, 8	Min. Max.
A. Küsten und Inseln.													
(10)[2]	0·5	27	5·7	−0·13	+0·14	(+0·32)	+0·01	−0·49	0·18	0·20	(0·20)	0·23	0·50
(23)	11·8	07	5·7	−0·14	+0·11	+0·23	−0·07	−0·50	0·25	0·20	0·33	0·24	0·50
(11)	25·0	20	5·3	−0·14	+0·05	+0·17	−0·05	−0·32	0·28	0·20	0·23	0·23	0·47
(34)	16	51	5·6	−0·14	+0·09	+0·20	−0·03	−0·48	0·26	0·20	0·27	0·24	0·49
B. Inlandstationen.													
(17)	12·2	950	8·7	−0·22	+0·08	+0·20	0·13	−0·73	0·33	0·28	0·27	0·31	0·64
(17)	25·9	473	10·5	−0·25	+0·09	+0·28	0·18	0·48	0·46	0·37	0·45	0·35	0·61
34	19	720	9·6	−0·23	+0·09	+0·20	0·15	−0·60[3]	0·40	0·32	0·30	0·34	0·62[3]

Mittlere Veränderlichkeit und extreme Werte dieser Korrektionen.

7, 2, 9	7, 2, 9, 9	6, 2, 10	6, 2, 8	Max., Min.	7, 2, 9		7, 2, 9, 9		6, 2, 10		6, 2, 8		Max., Min.	
A. Küsten und Inseln.														
±0·07	±0·08	±0·11	±0·11	±0·21	0·07	+0·38	+0·38	−0·01	+0·49	+0·04	+0·38	−0·30	0·10	1·12
B. Inlandstationen.														
±0·08	±0·12	±0·14	0·12	0·21	+0·02	0·42	+0·35	0·17	−0·58	−0·04	+0·29	−0·38	−0·00	1·08

[1] Differenz der Korrektionen in den extremen Monaten.

[2] Sind in der nächsten Gruppe auch enthalten.

[3] Mit allen indischen Stationen (dann 55 Fälle) bleibt 0·60, aber die mittlere Jahresamplitude wird 0·67

Für die Küsten und Inselstationen erhalten wir demnach folgendes Ergebnis.

34 Orte. Mittlere Breite 16°, Höhe 50 *m*, Tagesamplitute 5°6.

I (7+2+9) : 3 mittl. Korrektion —0°14, mittl. Jahresamplitude (Differenz der Korrektion in den extremen Monaten) 0°26, mittl. (örtliche) Veränderlichkeit ± 0°07, absolute 0°4.

II (7+2+9+9) : 4 Mittel +0°09, Amplitude 0°20, mittl. Veränderlichkeit ± 0°08, absolute 0°4.

III (6+2+10) : 3 » +0°20, » 0°27, » » ± 0°11, » 0°5.

IV (6+2+8) : 3 » 0°03, » 0°24, » » ± 0°11, » 0°7.

V Mittel der Extreme: Mittl. Korrektion —0°48, Amplitude 0°49, mittl. Veränderlichkeit ± 0°21, absolute 1°0.

Dieses letztere Mittel ist demnach entschieden das schlechteste.

34 Inlandorte. Mittlere Breite 19°, Seehöhe 720, mittlere Tagesschwankung 9°6.

I (7+2+9) : 3, mittl. Korrektion —0°23, mittl. Jahresschwankung 0°40, mittl. (örtliche) Veränderlichkeit ± 0°08, absolute 0°4.

II (7+2+9+9) : 4 mittl. Korrektion + 0°09, mittl. Jahresschwankung 0°32, mittl. Veränderlichkeit ± 0°12, absolute 0°5.

III (6+2+10) : 3 mittl. Korrektion +0°26, Jahresschwankung 0°36, mittl. Veränderlichkeit ± 0°14 absotute 0°6.

IV (6+2+8) : 3 » » —0°15, » 0°34, » » ± 0°12 absolute 0°7.

V Mittel der täglichen Extreme: Mittl. Korrektion —0°60, Jahresschwankung 0°62, mittl. Veränderlichkeit ± 0°21, absolute 1°1.

Die Korrektionen aller komparierenden Mittel sind für die Inlandstationen größer, ausgenommen für die Mittel (7+2+9+9) : 4, sie sind auch veränderlicher und zeigen eine größere Änderung nach den Monaten (Jahresschwankung). Die Korrektion der Mittel (7+2+9) : 3 steigt an den Inlandstationen von —0°14 an den Küsten auf —0°23, die des Mittels (6+2+8) : 3 von —0°3 auf —0°15, die des Mittels der täglichen Extreme von —0°48 auf —0°60. Dieses Mittel zeigt jedoch eine erhebliche Abnahme mit zunehmender Breite.

Küste und Inseln 12° Breite Korrektion —0°56, 25° Breite —0°32.
Inlandstationen 12° » » 0°73, 26° » —0°48

Bekanntlich entfernt sich ja in außertropischen (mittleren und höheren) Breiten das Mittel der täglichen Extreme nicht weit von einem wahren Mittel, so daß man die Korrektion desselben ziemlich konstant zu —0°3 bis —0°4 annehmen konnte. Nach diesen Erfahrungen in mittleren Breiten hat man deshalb auch das Mittel der täglichen Extreme in den Tropen sehr viel verwendet, ja ihm selbst vor dem Mittel aus drei täglichen Terminbeobachtungen den Vorzug gegeben. Ich habe früher gezeigt, daß sich selbst ungünstig gewählte Terminkombinationen sicherer korrigieren lassen als die Mittel der täglichen Extreme.

Das beste Mittel scheint auch in den Tropen das Mittel (7+2+9+9) : 4 zu sein, (6+2+8) : 3 ist auch günstig, weniger das Mittel (6+2+10) : 3, das ja ohnehin wenig Verwendung findet.

Am schlechtesten ist nach jeder Richtung hin das Mittel der täglichen unperiodischen Extreme.

Täglicher Gang der Temperatur[1] (Abweichungen der Stundenmittel vom Tagesmittel).

Bombay.

18° 54′ n. Br., 72° 49′ ö. L. v. Gr. 10 *m*. — 1873—96, stündlich.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	1·3	1·3	−1·2	1·1	−1·1	0·6	−0·4	−0·4	−0·6	−1·2	−1·4	−1·5	−1·00
1	1·6	−1·5	−1·3	1·3	−1·3	−0·7	−0·5	−0·6	−0·7	1·3	1·6	1·7	1·17
2	−1·8	−1·7	−1·6	−1·6	−1·4	−0·8	−0·6	0·6	−0·8	1·5	−1·7	−1·8	−1·33
3	−1·9	1·9	−1·8	−1·7	−1·5	−0·9	−0·6	−0·7	−0·9	−1·6	−1·9	−2·0	−1·44
4	−2·2	−2·2	−2·0	−1·9	−1·6	−1·0	−0·6	−0·7	−1·0	−1·8	−2·1	−2·2	−1·61
5	2·4	−2·4	−2·2	−2·1*	−1·7*	−1·1*	−0·7*	−0·8*	−1·1	−1·9	2·3	−2·3	−1·72
6	−2·6*	−2·6*	−2·3*	−2·1	−1·6	1·1	−0·6	−0·8	−1·2*	−2·0*	−2·4*	−2·5*	−1·83*
7	−2·6	−2·6	−1·9	−1·2	−0·8	−0·7	−0·4	0·6	−0·9	−1·6	−2·2	−2·4	−1·50
8	−1·8	−1·5	−0·7	0·1	−0·0	−0·2	−0·1	0·2	−0·3	−0·8	−1·3	1·7	−0·72
9	0·7	−0·3	0·4	0·7	0·7	0·3	0·2	0·2	0·2	0·1	−0·3	−0·7	0·06
10	0·5	0·9	1·3	1·4	1·2	0·7	0·5	0·6	0·7	1·0	1·0	0·6	0·89
11	1·7	1·9	1·8	1·7	1·6	1·0	0·7	0·8	1·0	1·7	2·0	1·8	1·50
Mittag	2·6	2·6	2·2	2·1	1·9	1·2	0·8	1·0	1·2	2·2	2·8	2·8	1·94
1	3·1	2·9	2·4	2·2	2·0	**1·3**	**0·9**	**1·1**	1·3	2·4	3·2	3·4	2·17
2	**3·3**	**3·1**	**2·5**	**2·3**	**2·1**	**1·3**	**0·9**	1·1	**1·4**	**2·5**	**3·2**	**3·6**	**2·28**
3	3·2	2·9	2·4	2·1	1·9	1·2	0·8	0·9	1·3	2·3	2·9	3·3	2·11
4	2·8	2·6	2·1	1·8	1·6	1·1	0·6	0·8	1·1	2·0	2·4	2·8	1·78
5	1·9	1·8	1·5	1·3	1·1	0·7	0·3	0·4	0·7	1·2	1·3	1·7	1·17
6	1·0	0·8	0·5	0·3	0·2	0·2	0·1	0·1	0·2	0·4	0·6	0·8	0·44
7	0·5	0·3	0·0	0·2	0·3	−0·1	−0·2	−0·2	−0·1	0·1	0·3	0·4	0·06
8	0·2	0·1	0·2	0·4	−0·6	0·3	−0·2	−0·3	−0·2	−0·1	0·0	0·1	−0·17
9	−0·2	−0·2	−0·4	−0·6	−0·7	−0·4	−0·3	0·3	−0·3	−0·4	−0·4	−0·3	−0·39
10	−0·7	−0·6	−0·7	−0·8	−0·8	−0·4	−0·3	0·3	−0·4	−0·7	−0·8	−0·8	−0·61
11	−1·0	−1·0	−0·9	−0·9	−0·9	−0·6	−0·4	−0·4	−0·6	−1·0	−1·2	−1·3	−0·83
Mittel	23·3	23·8	25·9	27·8	29·0	28·3	27·1	26·7	26·6	27·1	26·0	24·3	26·33

Calcutta (Alipore).

22° 32′ n. Br., 88° 20′ ö. L. v. Gr. 21·4 *m*. — 13 Jahre stündlich (Registrierungen).

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−2·4	−2·8	−2·5	−2·6	−2·3	−1·4	−1·0	−0·9	−1·0	−1·4	−1·9	−2·3	−1·90
1	−2·8	−3·1	−2·8	−2·8	−2·4	−1·7	−1·1	−1·0	−1·1	−1·6	−2·1	−2·5	−2·11
2	−3·0	−3·3	−3·1	−3·1	−2·6	−1·7	−1·2	−1·1	−1·2	−1·7	−2·3	−2·7	−2·22
3	−3·3	−3·4	−3·3	−3·3	−2·7	−1·8	−1·3	−1·2	−1·3	−1·9	−2·5	−2·9	−2·44
4	−3·5	−3·6	−3·6	−3·4	−2·8	−1·9	−1·4	−1·3	−1·4	−2·0	−2·7	−3·0	−2·56
5	−3·7	−3·8	−3·7	−3·7*	−2·9*	−2·0*	−1·4*	−1·3	−1·4	−2·1*	−2·9	−3·3	−2·72
6	−3·9	−4·0	−3·9*	−3·7*	−2·8	−1·9	−1·4	−1·4*	−1·5*	−2·1*	−3·0*	−3·5*	−2·78*
7	−4·0*	−4·1*	−3·5	−2·7	−1·6	−1·0	−0·8	−0·8	−0·8	−1·4	−2·7	−3·5*	2·28
8	−2·9	−2·7	−1·9	−1·2	−0·3	−0·1	−0·2	−0·2	−0·1	−0·3	−1·2	−2·2	−1·11
9	−0·5	−0·4	−0·2	0·4	0·9	0·8	0·6	0·6	0·7	0·8	0·4	−0·2	0·33
10	1·2	1·2	1·2	1·6	1·9	1·4	1·0	1·1	1·1	1·5	1·7	1·4	1·33
11	2·9	2·7	2·6	2·9	2·8	2·1	1·5	1·4	1·6	2·1	2·8	2·8	2·33
Mittag	3·8	3·6	3·5	3·8	3·3	2·4	1·6	**1·7**	1·7	2·4	3·3	3·7	2·89
1	4·7	4·5	4·3	4·5	3·7	**2·6**	**1·8**	**1·7**	**1·8**	**2·7**	3·8	4·3	3·39
2	5·2	5·0	4·8	4·9	**3·9**	2·5	1·7	**1·7**	**1·8**	**2·7**	4·0	4·7	3·56
3	**5·4**	**5·3**	**5·2**	**5·0**	3·8	2·3	1·6	1·5	1·6	**2·7**	**4·1**	**4·9**	**3·61**
4	5·3	**5·3**	5·1	4·6	3·2	1·9	1·3	1·2	1·4	2·4	3·8	4·7	3·33
5	4·5	4·7	4·1	3·3	2·3	1·4	1·0	0·8	0·9	1·7	2·4	3·6	2·56
6	2·2	2·8	2·4	1·8	1·2	0·7	0·6	0·3	0·3	0·4	0·9	1·4	1·22
7	0·5	0·8	0·6	0·2	0·1	−0·1	0·0	−0·1	−0·2	−0·3	−0·1	0·1	0·11
8	0·4	−0·2	0·3	−0·8	−0·8	−0·6	−0·3	−0·4	0·5	−0·7	−0·7	−0·7	−0·59
9	1·2	0·9	1·0	−1·5	−1·4	0·9	0·5	−0·5	−0·7	−0·9	−1·2	1·3	−1·00
10	−1·6	−1·4	−1·4	−1·9	−1·8	−1·2	−0·7	−0·7	−0·8	−1·2	−1·6	−1·7	−1·33
11	−2·2	−1·9	−1·9	−2·2	−2·0	−1·4	−0·9	−0·8	−0·9	−1·4	−1·9	−2·2	−1·67
Mittel	18·4	20·6	26·0	29·5	29·6	29·3	28·3	28·0	28·0	26·6	22·2	18·2	25·40

[1] Die Nachweise und Erläuterungen zu diesen Tabellen folgen später.

Trichinopoly.

10° 50′ n. Br., 78° 44′ w. L. v. Gr. 77 *m.* Stündlich. 36/41 Termintage pro Monat.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−2·4	−3·4	−3·1	2·7	−2·7	−2·4	−2·0	−2·6	−2·7	−1·6	1·7	−1·4	−2·4
1	2·9	−4·1	3·7	−3·1	−3·2	−2·8	−2·8	−2·8	−3·1	−1·9	1·9	1·7	−2·8
2	−3·3	−4·6	−4·2	−3·7	−3·5	−3·1	−3·2	−3·2	3·3	−2·2	−2·3	−1·9	−3·2
3	−3·7	−4·9	−4·7	−4·1	3·9	−3·3	−3·4	3·4	−3·6	−2·5	−2·6	−2·2	3·0
4	−3·9	−5·3	−5·1	4·0	4·1	−3·0	−3·7	−3·7	−3·9	2·0	−2·7	2·3	−3·8
5	4·1	−5·5	5·4	−5·0	4·4	−3·7	−3·9*	−3·9*	4·1	−2·8	−2·8	2·0	−4·0
6	−4·3*	−5·0*	−5·6*	−5·2*	−4·5*	−3·8*	−3·9*	−3·9*	4·2*	3·0*	−2·9*	−2·8*	−4·2*
7	−4·0	−4·9	−4·5	3·9	−3·3	−3·2	−3·2	3·3	3·4	−2·2	−2·1	−2·4	3·4
8	−1·7	−2·3	−2·3	−2·2	−1·7	−1·7	−1·9	−2·0	−1·6	−1·0	−0·6	0·9	−1·7
9	0·4	0·1	−0·3	−0·3	−0·2	0·0	−0·2	0·2	0·3	0·4	0·8	0·4	0·1
10	1·7	1·6	1·4	1·3	1·5	1·4	1·4	1·3	1·0	1·3	1·7	1·6	1·5
11	2·9	3·2	2·8	2·9	3·1	2·8	2·9	2·8	3·1	2·3	2·4	2·3	2·8
Mittag	3·8	4·5	4·2	4·0	4·3	4·1	4·1	3·9	4·3	3·0	3·1	3·0	3·9
1	4·4	5·5	5·2	5·1	5·3	4·8	4·8	4·8	5·2	3·6	3·3	**3·1**	4·0
2	5·0	6·3	6·1	5·7	5·9	**5·2**	**5·3**	5·4	**5·6**	**3·7**	**3·4**	3·0	**5·1**
3	**5·2**	**6·7**	**6·5**	**5·9**	**6·2**	**5·2**	**5·3**	**5·5**	**5·6**	3·4	3·1	2·8	**5·1**
4	4·9	6·5	6·3	5·7	5·3	4·5	4·0	5·0	4·5	3·0	2·8	2·4	4·0
5	4·1	5·7	5·5	4·0	3·8	3·3	3·4	3·7	3·0	1·9	1·5	1·8	3·5
6	2·4	3·7	3·7	2·0	2·0	1·7	2·0	2·1	1·7	0·7	0·6	0·8	2·0
7	0·9	1·9	1·8	1·1	0·4	0·6	0·8	0·4	0·6	0·2	0·2	0·2	0·8
8	−0·2	0·4	0·4	0·0	−0·7	−0·4	−0·3	−0·7	−0·2	−0·3	−0·3	−0·3	0·2
9	−1·1	0·8	−0·7	−0·8	1·4	−1·2	−1·1	−1·4	−1·2	−0·7	−0·7	−0·6	−1·0
10	−1·8	−1·9	−1·7	−1·6	−2·0	1·7	−1·7	−1·9	−2·1	−1·1	−1·2	−0·9	−1·6
11	−2·2	−2·7	−2·5	−2·1	2·4	−2·1	−2·2	−2·2	−2·3	−1·3	−1·5	−1·2	−2·1
Mittel	24·6	26·2	29·2	31·2	30·7	30·2	30·0	29·5	29·2	27·0	25·6	23·9	28·1

Bellary.

15° 9′ n. Br., 76° 57′ ö. L. v. Gr. 450 *m.* — Stündliche Termintage 36/41 pro Monat.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·2	−3·3	−3·4	−2·7	−2·6	−2·3	−2·1	−2·2	−2·0	−2·2	−2·6	−2·9	−2·6
1	−3·9	−3·8	−3·9	−3·4	3·2	−2·8	−2·3	−2·6	−2·5	−2·7	−3·2	−3·4	−3·1
2	−4·5	−4·4	−4·5	−4·1	−3·8	−3	−2·4	−2·8	−2·8	−3·0	−3·5	−3·9	−3·6
3	−4·9	−5·1	−4·9	−4·6	4·6	−3·4	−2·7	−3·1	−3·0	−3·2	−3·9	−4·4	−4·0
4	−5·4	−5·8	−5·6	−5·2	−5·1	−3·6	−2·8	−3·3	−3·4	−3·7	−4·2	−4·8	−4·4
5	−5·9	−6·5	−6·2	−5·8	−5·3	−3·7*	−2·9*	−3·4*	−3·6*	−4·0	−4·4	−5·3	−4·7
6	−6·2*	−7·0*	−6·4*	−5·9*	−5·5*	3·6	−2·9*	−3·4*	−3·6*	−4·2*	−4·7*	5·4*	−4·9*
7	−5·9	−6·6	−5·9	−4·8	−4·4	−0·7	−2·2	−2·7	−2·9	−3·2	−3·8	−4·8	−4·2
8	−3·2	−3·3	−2·8	−2·6	−2·3	−1·3	−1·1	1·3	1·4	1·1	−1·8	−2·3	−2·1
9	−0·5	−0·3	−0·1	−0·5	−0·6	−2·7	0·1	0·1	−0·1	0·5	0·3	0·2	−0·1
10	1·8	1·9	1·8	1·5	1·1	1·3	1·3	1·2	1·4	2·0	2·0	2·1	1·6
11	3·4	3·4	3·4	2·9	2·4	2·4	2·2	2·3	2·3	3·3	3·2	3·0	2·9
Mittag	5·1	5·3	5·2	4·3	4·2	3·4	3·3	3·2	3·5	3·9	4·5	4·8	4·2
1	6·2	6·2	6·3	5·5	5·0	4·3	4·1	3·9	4·2	4·0	5·1	5·8	5·1
2	6·8	7·1	**6·8**	6·2	**5·7**	4·7	**4·3**	4·4	**4·6**	**4·5**	**5·3**	**6·1**	**5·6**
3	**7·0**	**7·2**	**6·8**	**6·3**	**5·7**	**4·8**	3·9	**4·7**	4·3	4·4	5·2	**6·1**	**5·6**
4	6·8	**7·2**	6·6	6·1	5·6	4·3	3·3	3·7	3·7	4·1	5·1	5·0	5·2
5	5·9	6·3	5·8	5·3	4·8	3·4	2·2	2·9	2·9	2·8	3·9	4·0	4·3
6	4·0	4·7	3·8	3·8	3·4	2·2	1·2	1·7	1·7	1·0	2·1	2·7	2·7
7	1·9	2·3	2·0	2·0	2·0	0·8	0·1	0·4	0·0	0·4	0·0	1·2	1·2
8	0·4	0·6	0·4	0·4	0·9	−0·1	−0·6	−0·2	−0·1	−0·3	−0·2	0·1	0·1
9	−0·7	−0·8	−0·7	−0·5	−0·1	−0·7	−1·0	−0·9	−0·6	−0·8	−0·9	0·8	−0·7
10	−1·8	−2·1	1·9	−1·6	−1·0	1·3	−1·4	1·4	−1·1	1·4	1·7	1·7	1·5
11	−2·6	−2·8	−2·7	−2·2	−1·9	−1·8	−1·7	−1·8	−1·7	−1·8	−2·1	−2·4	−2·1
Mittel	23·2	26·4	29·7	32·3	31·2	28·3	26·9	26·9	26·8	26·1	23·9	22·2	27·0

Belgaum.

15° 52′ n. Br., 74° 42′ ö. L. v. Gr. 769 *m.* — Termintage, stündlich.

	Jann.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·4	−4·1	−4·2	−4·2	−3·7	−1·7	−0·9	−1·2	−1·7	−2·4	−2·6	−3·1	−2·8
1	−3·9	−4·4	−4·7	−4·6	−4·1	−1·7	−1·0	−1·4	1·8	−2·6	3·0	−3·4	3·1
2	−4·4	−5·2	−5·1	−5·0	−4·4	−1·8	−1·1	−1·4	−1·9	−2·8	3·5	3·8	3·4
3	−4·9	−5·7	−5·5	−5·3	−4·7	−1·9	−1·2	−1·5	−2·1	−3·0	−3·7	−4·2	−3·7
4	−5·3	−6·1	−5·8	−5·5	−5·0	−2·1	−1·3	1·6	−2·2	−3·1	−4·1	−4·6	−3·9
5	−5·8	−6·3	−6·2	−5·8*	−5·1*	−2·2*	−1·2	−1·6*	−2·3*	−3·3*	−4·5	−5·0	−4·1
6	−6·2*	−6·6*	−6·3*	−5·8	−4·9	−2·0	−1·1	−1·4	−2·3	−3·2	−4·7*	−5·2*	−4·2*
7	−5·6	−5·7	−4·9	−3·9	−2·8	−1·2	−0·8	−0·9	−1·3	−1·9	−3·2	−3·9	−3·0
8	−2·4	1·9	−1·3	−1·1	−0·4	−0·2	−0·2	−0·2	−0·2	−0·2	−0·8	−1·3	−0·8
9	0·7	1·5	2·1	2·0	1·9	1·1	0·8	0·8	0·9	1·5	1·1	0·9	1·3
10	3·0	3·9	4·2	4·6	3·7	1·9	1·3	1·2	2·1	2·7	2·6	2·7	2·8
11	4·4	5·5	5·9	6·2	5·8	2·7	1·9	1·8	2·9	3·6	3·7	3·7	4·0
Mittag	5·3	6·7	7·0	7·5	6·8	3·3	2·0	2·4	3·3	4·0	4·6	4·8	4·8
1	6·3	7·4	7·7	**8·4**	**7·0**	**3·4**	**2·1**	**2·5**	**3·4**	**4·4**	5·2	5·4	5·3
2	6·8	**7·8**	**8·0**	8·2	6·9	3·1	1·9	2·3	3·2	4·3	5·4	**5·9**	**5·3**
3	**7·2**	7·7	7·7	7·3	5·9	2·8	1·5	2·0	2·8	3·9	5·3	5·9	5·0
4	6·7	7·3	6·8	5·4	4·7	1·9	1·0	1·6	1·9	3·2	4·6	5·1	4·2
5	5·3	5·6	4·9	3·3	2·9	0·9	0·3	0·8	0·9	1·9	3·2	4·1	2·8
6	2·5	2·9	1·8	0·9	0·8	0·0	−0·3	0·0	−0·1	0·3	1·2	2·1	0·9
7	0·7	0·1	−0·4	−0·9	−0·7	−0·7	−0·5	−0·5	−0·7	−0·6	0·0	0·4	−0·3
8	−0·6	−1·3	1·7	−2·3	−1·7	−1·1	−0·6	−0·8	−0·9	−1·2	−0·8	−0·7	−1·2
9	−1·4	−2·4	−2·6	−2·9	−2·4	−1·3	−0·7	−1·0	−1·2	−1·6	−1·3	−1·4	−1·7
10	−2·3	−3·0	−3·2	−3·4	−3·0	−1·4	−0·8	−1·1	−1·4	−1·8	−1·8	−1·9	−2·1
11	−2·9	−3·6	−3·8	−3·8	−3·3	−1·6	0·9	−1·2	−1·6	−2·1	−2·2	−2·5	−2·5
Mittel	20·7	22·6	24·8	25·9	25·4	22·4	21·1	20·8	21·2	22·4	21·5	20·6	22·5

Rangoon.

16° 46′ n. Br., 96° 12′ w. L. v. Gr. 13 *m.* — Stündlich. 43 Termintage (rund) pro Monat.

	Jann.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·5	−3·5	−3·5	−2·9	−1·6	−1·1	−0·9	−0·8	−1·1	−1·6	−2·1	2·7	−2·1
1	−3·9	4·1	−4·2	−3·3	−1·9	−1·2	−1·1	−0·8	−1·2	−1·8	−2·2	−3·0	−2·4
2	4·4	−4·7	−4·6	−3·6	−2·2	−1·3	−1·2	−0·9	−1·3	−2·1	−2·3	−3·4	−2·7
3	−4·7	−5·1	−4·9	−4·0	−2·4	−1·5*	−1·3	−0·9	−1·3	−2·2	−2·4	−3·8	−2·9
4	−5·1	−5·6	−5·2	−4·3	−2·6	−1·5*	−1·4*	−1·1	−1·4	−2·2	−2·7	−4·1	−3·1
5	−5·3	−6·1	−5·4*	−4·5	−2·7*	−1·5*	−1·4*	−1·2*	−1·5*	−2·3	−2·8	−4·4	−3·2
6	−5·6*	−6·6*	−5·2	−4·6*	−2·6	−1·4	−1·3	−1·1	−1·5*	−2·4*	−3·0*	−4·6*	−3·3*
7	−5·4	−6·2	−5·0	−3·6	−1·7	−0·8	−0·8	0·7	−1·0	−1·9	−2·4	−4·1	−2·8
8	2·9	−4·2	−3·4	−1·8	−0·4	0·2	0·3	0·1	−0·2	0·7	−1·0	−2·1	−1·4
9	−0·2	−1·4	−1·0	0·3	0·8	0·8	0·6	0·6	0·9	0·7	0·7	0·3	0·3
10	2·1	1·3	1·5	2·1	2·1	1·3	1·3	1·2	1·3	1·6	1·9	2·2	1·7
11	4·4	4·4	4·3	3·9	2·9	1·9	1·8	1·6	1·6	2·5	3·2	4·2	2·8
Mittag	6·0	6·7	6·1	5·3	3·2	**2·1**	2·1	1·6	1·8	2·8	3·9	5·2	4·3
1	6·9	7·7	7·5	**6·1**	**3·5**	**2·1**	**2·5**	**1·7**	2·2	3·1	**4·1**	5·7	4·4
2	7·4	**8·3**	**7·8**	**6·1**	3·3	2·0	2·0	1·4	**2·3**	3·1	**4·1**	**5·8**	**4·5**
3	**7·6**	8·2	7·4	5·4	2·8	1·6	1·6	1·2	1·8	**3·2**	3·9	5·7	4·2
4	6·7	7·2	5·9	4·3	2·1	1·1	1·0	0·8	1·3	2·7	3·3	4·9	3·4
5	5·1	5·6	4·5	3·2	1·5	0·4	0·2	0·5	0·6	1·6	1·9	3·3	2·5
6	2·3	3·0	2·2	1·3	0·4	0·0	−0·2	−0·1	−0·1	0·3	0·4	1·2	0·9
7	0·6	0·9	0·8	0·2	−0·2	−0·4	−0·5	−0·4	−0·4	−0·3	−0·4	0·2	0·0
8	−0·6	−0·4	−0·2	−0·6	−0·6	−0·6	−0·7	−0·6	−0·6	−0·7	−1·0	−0·9	0·6
9	−1·6	−1·3	−1·1	−1·2	−0·9	−0·6	−0·8	−0·6	−0·8	−1·0	−1·4	−1·5	1·1
10	−2·5	2·1	2·0	−1·8	−1·2	−0·8	−0·8	−0·7	−0·9	−1·2	−1·7	−2·0	−1·4
11	−3·0	−2·7	−2·8	−2·4	−1·4	−0·9	−0·9	−0·7	−1·0	−1·4	−1·8	−2·4	−1·8
Mittel	23·4	24·8	27·3	29·1	27·9	26·3	26·0	25·8	26·0	26·9	25·7	24·2	26·1

Poona.

18° 28′ n. Br., 74° 10′ ö. L. v. Gr. 561 *m.* — Termintage stündlich.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·9	−3·9	−4·1	−4·4	−3·9	−2·2	1·3	−1·6	−1·7	3·0	−3·3	−4·1	3·1
1	−4·6	4·5	−5·0	−4·9	−4·7	2·5	−1·5	−1·8	−2·0	−3·3	−4·1	−5·0	3·7
2	5·4	−5·5	−5·8	−5·7	5·3	−2·7	1·6	−1·9	−2·1	3·6	−4·6	5·7	−4·2
3	−6·0	6·2	−6·5	−6·1	−5·7	−2·8	−1·7	−2·0	−2·2	−3·9	5·1	−6·2	−4·6
4	6·9	−6·9	−7·2	6·7	6·1	−2·9	1·8*	−2·0	−2·3	−4·2	−5·8	−6·7	−5·0
5	−7·6	−7·8	−7·9	−7·2	−6·4*	3·0*	−1·7	2·1*	2·5	−4·6	−6·2	−7·3	5·3
6	−8·0*	8·3*	−8·3*	−7·4*	5·9	−2·6	1·6	−2·1	−2·6*	−4·8*	−6·5*	7·5*	−5·5*
7	−8·0	−7·8	−7·3	−5·1	−3·5	−1·7	−0·8	−1·2	−1·6	3·3	−5·3	−6·9	−4·4
8	−5·1	5·0	−3·7	−1·8	−0·9	−0·3	0·0	0·0	−0·4	−0·9	−2·1	−3·7	−2·0
9	−0·7	−0·8	0·0	1·6	1·6	1·1	0·8	1·1	0·8	0·9	0·8	0·3	0·6
10	2·6	2·6	3·4	4·3	3·8	2·3	1·3	1·9	2·2	2·8	3·2	3·3	2·8
11	4·7	4·6	5·1	5·7	5·4	3·2	2·2	2·8	2·9	3·9	4·6	5·0	4·2
Mittag	6·3	6·4	6·6	7·2	6·7	4·0	2·7	2·9	3·4	4·7	5·0	6·2	5·2
1	7·2	7·3	7·7	7·9	6·9	**4·3**	**2·7**	**3·1**	**3·8**	5·2	6·2	7·0	5·8
2	8·0	8·1	8·4	**8·1**	**7·2**	4·2	2·3	2·8	3·4	**5·6**	**6·4**	7·4	**6·0**
3	**8·1**	**8·4**	**8·4**	7·9	6·9	3·7	2·2	2·6	3·2	5·5	6·3	**7·4**	5·9
4	7·9	8·1	8·1	6·6	5·8	2·6	1·4	2·1	2·4	4·2	5·8	7·2	5·2
5	6·9	7·1	6·9	4·5	4·2	1·8	0·7	1·1	1·3	3·1	4·8	6·3	4·0
6	4·8	4·9	4·6	2·7	2·1	0·6	0·0	0·3	0·2	1·7	3·2	4·4	2·4
7	2·8	2·8	2·4	0·9	0·3	−0·5	−0·6	−0·5	−0·5	0·5	1·7	2·5	0·9
8	1·0	0·8	0·5	−0·4	−0·7	−1·2	0·8	−0·9	0·9	−0·5	0·3	0·7	−0·2
9	−0·4	−0·5	1·1	−1·6	−1·9	−1·4	−0·9	−1·2	−1·2	−1·4	−1·0	−0·4	−1·1
10	−1·7	−1·8	−2·3	−2·6	−2·7	−1·7	−1·0	−1·4	−1·4	−2·1	−1·8	−1·7	−1·9
11	−2·6	2·9	3·2	−3·6	−3·2	−2·0	−1·1	−1·5	−1·6	−2·6	−2·7	−2·9	2·6
Mittel	20·7	22·9	20·4	29·0	28·2	25·8	23·7	23·1	23·4	24·2	22·2	20·2	24·2

Cuttack.

20° 29′ n. Br., 85° 54′ ö. L. v. Gr. 24 *m.* — Stündlich an Termintagen.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·2	3·1	3·1	−3·2	2·8	1·7	−1·4	−1·2	1·3	−1·9	−2·8	3·1	−2·4
1	3·8	−3·6	−3·5	−3·6	−3·1	−1·9	−1·5	1·3	−1·4	−2·2	−3·1	−3·6	−2·7
2	4·0	−3·8	−3·7	−3·7	−3·2	−2·0	1·6	−1·5	−1·5	−2·4	−3·3	−3·7	−2·9
3	−4·1	−4·0	−3·9	3·9	−3·4	2·2	−1·8	−1·6	1·7	−2·6	−3·6	−3·8	3·1
4	−4·3	−4·4	−4·3	−4·2	−3·6	−2·3	−1·9	−1·7	−1·8	3·0	−4·1	−4·2	−3·3
5	4·9	4·9	−4·7	−4·5*	−3·7*	−2·3*	−2·0*	−1·8*	1·9*	3·2*	−4·6*	4·8	−3·6*
6	−5·4*	−5·2*	−4·9*	−4·3	−3·5	2·1	−1·8	1·6	−1·6	3·1	−4·6	−5·0*	3·6
7	−5·1	−4·8	−4·3	−3·5	−2·6	1·5	1·3	1·2	−1·1	2·3	−3·7	4·3	−2·9
8	−3·5	−3·3	2·9	−2·0	1·2	0·0	−0·4	0·3	−0·2	−1·0	1·9	−2·4	1·6
9	−0·9	−1·0	−0·9	0·0	0·4	0·4	0·6	0·0	0·7	0·6	0·4	0·0	0·1
10	1·8	1·5	1·3	2·1	2·1	1·4	1·4	1·5	1·5	1·9	2·5	2·4	1·8
11	3·9	3·5	3·3	4·0	3·4	2·3	2·0	2·1	2·0	2·9	3·9	4·0	3·1
Mittag	5·2	4·9	4·9	5·0	4·6	2·9	2·4	**2·3**	2·2	3·5	4·8	5·1	4·0
1	6·1	5·9	6·2	6·6	5·4	3·3	**2·6**	**2·3**	**2·3**	3·8	5·4	5·7	4·6
2	6·7	6·6	7·0	**7·1**	**5·8**	**3·3**	**2·6**	2·1	2·2	**3·9**	**5·7**	**6·2**	**4·9**
3	**6·9**	**6·8**	**7·2**	6·8	5·5	3·1	2·4	1·8	2·0	3·7	5·5	6·1	4·8
4	6·3	6·3	6·2	5·5	4·3	2·5	1·9	1·5	1·5	3·6	4·6	5·3	4·1
5	4·8	4·9	4·4	3·4	2·6	1·6	1·1	1·0	0·9	1·9	3·1	3·7	2·8
6	2·8	2·9	2·2	1·3	0·9	0·7	0·4	0·4	0·3	0·8	1·4	1·8	1·3
7	0·8	1·0	0·3	0·4	0·4	−0·1	−0·2	0·2	−0·1	−0·1	0·1	0·3	0·1
8	−0·6	0·4	−0·9	−1·5	−1·3	−0·7	−0·6	−0·5	−0·5	−0·6	−0·7	−0·7	−0·7
9	−1·3	−1·3	1·5	−2·1	−1·7	−1·1	−0·8	−0·7	−0·7	−0·9	−1·2	−1·2	−1·2
10	1·8	1·9	−2·0	2·5	2·0	1·3	−1·0	−0·9	−0·9	−1·2	−1·7	−1·7	−1·6
11	2·4	2·5	−2·5	−2·9	2·4	1·5	1·2	−1·0	−1·1	−1·5	−2·2	−2·4	−2·0
Mittel	21·2	24·0	27·9	30·6	30·9	30·2	28·2	27·9	28·1	27·1	23·3	20·4	26·65

Nagpur.

21° 9′ n. Br., 79° 11′ ö. L. v. Gr. 312 *m.* — Termintage, stündlich.

	Jann	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	-3·4	3·0	-4·0	-3·9	−4·2	2·1	−1·3	−1·6	2·2	−3·1	-3·7	3·5	-3·1
1	3·6	4·3	-4·5	−4·5	-4·7	−2·4	−1·5	-1·9	2·5	−3·4	−4·1	−4·1	−3·4
2	−4·7	-4·8	5·1	5·2	−5·2	-2·8	−1·7	-2·1	−2·8	−3·8	−4·6	−4·5	3·9
3	-5·2	-5·4	5·7	−5·9	5·6	3·2	−1·9	-2·2	3·0	−4·3	-5·0	−5·2	−4·4
4	5·7	6·2	6·3	6·8	5·9	3·4	2·1	-2·3	3·2	-4·7	5·6	5·7	-4·8
5	6·3	6·8	6·9	−7·5*	−6·3*	3·5*	−2·2*	2·5*	-3·4*	−5·0	−6·2	−6·2	5·2
6	−6·8*	-7·2*	7·2*	−7·3	6·1	-3·2	−2·2	2·5	3·4	−5·2*	-6·5*	−6·6*	−5·4*
7	−6·6	−7·0	−6·0	-4·0	-3·2	-2·3	1·3	1·7	−2·3	3·4	−4·9	−6·2	−4·1
8	−3·6	3·3	−2·4	−1·1	−1·0	−0·9	0·4	-0·6	0·7	−0·8	1·7	−3·1	−1·6
9	-0·4	0·3	0·5	1·3	1·2	0·3	0·4	0·6	0·8	1·3	1·1	−0·1	0·6
10	2·0	2·1	2·8	3·2	2·9	1·5	1·1	1·3	1·9	3·1	3·2	2·6	2·3
11	3·9	4·1	4·6	4·8	4·4	2·6	1·9	2·2	2·9	4·3	4·7	4·4	3·7
Mittag	5·4	5·4	5·9	6·0	5·7	3·5	2·3	2·7	3·0	5·0	5·7	5·8	4·8
1	6·4	6·6	6·8	6·9	6·3	3·9	**2·4**	2·9	3·9	5·6	6·3	6·7	5·4
2	7·1	7·3	7·4	**7·3**	**6·9**	**4·2**	**2·4**	**3·1**	**3·9**	**5·7**	**6·7**	7·1	5·7
3	**7·6**	**7·6**	**7·6**	7·3	6·7	3·8	2·3	2·9	3·8	5·4	**6·7**	**7·3**	**5·8**
4	7·3	7·6	7·5	6·6	5·8	3·2	1·9	2·4	3·3	4·7	6·3	6·9	5·3
5	6·3	6·8	6·6	5·6	5·1	2·4	1·7	1·8	2·6	3·6	4·9	5·7	4·4
6	3·7	4·2	4·3	3·9	3·3	1·7	1·1	1·1	1·3	1·6	2·7	3·2	2·7
7	2·0	2·2	1·7	1·4	1·2	0·6	0·2	0·2	0·3	0·3	1·1	1·7	1·1
8	0·5	0·4	0·0	0·1	0·2	0·2	0·3	0·4	0·4	−0·7	−0·3	0·0	−0·1
9	1·1	0·8	1·3	1·4	−1·6	−0·8	−0·6	0·8	1·1	−1·5	−1·6	−1·4	-1·2
10	−2·1	1·6	-2·3	−2·6	-2·7	−1·3	−0·9	1·1	−1·6	2·3	−2·5	−2·3	-1·9
11	-2·7	-2·7	-3·2	3·3	−3·5	−1·8	−1·1	−1·4	-1·9	−2·7	−3·2	−3·0	−2·6
Mittel	20·1	23·1	27·9	32·5	34·4	30·6	26·7	26·4	26·5	25·5	21·8	19·3	26·2

Chittagong.

22° 21′ n. Br., 91° 50′ ö. L. v. Gr. 26 *m.* — Stündlich. (Termintage.)

	Jann	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	-2·1	-2·0	−2·1	−2·0	-1·7	-1·1	−0·9	-0·9	−1·2	-1·7	−2·1	−1·9	-1·7
1	2·9	-3·3	−2·5	-2·4	−1·9	-1·3	−1·1	-1·0	−1·4	−1·9	−2·4	-2·5	−2·1
2	3·5	−3·7	−2·8	-2·6	-2·1	-1·5	1·2	-1·1	−1·6	−2·1	2·6	−2·9	-2·3
3	−3·9	−4·0	-3·1	-2·6	−2·4	-1·6	-1·4	−1·3	-1·7	−2·4	−2·8	−3·3	−2·6
4	−4·4	-4·6	−3·5	−3·2	−2·7	−1·6	−1·6	−1·5	−1·8	−2·7	−3·4	−3·8	−2·9
5	−4·9	-5·3	-4·0	−3·4*	−2·8*	-1·7*	-1·6*	−1·6*	−2·0*	−2·9*	−3·9*	-4·3	−3·2*
6	−5·3*	−5·7*	−4·1*	3·2	−2·4	1·5	1·5	-1·6	1·9	−2·8	3·9	**−4·6**	3·2
7	-5·0	-5·2	−3·4	-2·2	-1·5	-1·1	-1·0	1·1	1·4	−2·0	−3·2	−4·1	−2·6
8	−3·6	−3·5	−1·9	-0·6	-0·3	−0·4	−0·3	−0·4	0·5	−0·7	−1·7	−2·8	−1·4
9	-1·3	-0·8	0·2	1·1	0·9	0·4	0·4	0·4	0·0	0·6	0·3	−0·6	0·2
10	1·3	1·9	2·1	2·5	1·6	1·2	1·1	1·1	1·5	1·7	2·0	1·3	1·6
11	3·5	4·1	3·4	3·2	2·5	1·7	1·6	1·5	2·2	2·5	3·3	3·1	2·7
Mittag	4·9	5·4	4·1	3·4	2·8	1·8	1·9	1·7	2·4	2·9	4·1	4·3	3·3
1	5·6	5·9	4·3	**3·5**	2·9	**1·8**	**1·9**	**1·8**	**2·5**	3·2	**4·4**	4·9	3·5
2	**5·8**	**6·0**	**4·4**	3·5	**3·0**	1·7	1·8	1·8	2·5	**3·3**	**4·4**	**5·0**	**3·6**
3	5·5	5·7	4·2	3·3	2·8	1·6	1·6	1·6	2·3	3·1	4·1	4·7	3·4
4	4·8	5·6	3·6	2·8	2·4	1·5	1·3	1·3	1·8	2·5	3·2	3·9	2·9
5	3·7	3·8	2·6	1·9	1·7	1·2	0·8	0·8	1·0	1·6	2·1	2·9	2·0
6	2·3	2·5	1·4	0·8	0·9	0·7	0·4	0·3	0·2	0·7	1·1	1·7	1·1
7	1·1	1·2	0·4	0·0	0·1	0·2	0·0	−0·1	0·3	0·0	0·3	0·8	0·3
8	0·4	0·3	−0·2	0·5	−0·5	0·2	−0·3	−0·2	0·6	−0·3	−0·2	0·2	−0·2
9	-0·1	−0·3	-0·6	0·7	-0·9	0·4	−0·5	-0·3	0·7	−0·5	−0·5	−0·2	−0·5
10	−0·5	1·0	−1·0	1·0	−1·3	−0·6	−0·6	-0·5	−0·8	−0·8	−1·0	−0·6	−0·8
11	−1·2	-1·8	−1·5	1·5	−1·5	−0·8	−0·8	−0·7	1·0	−1·3	−1·6	−1·2	−1·2
Mittel	19·1	20·6	24·9	27·2	27·7	27·2	26·8	26·7	26·8	26·3	24·0	20·0	24·7

Pachmarchi.

22° 28′ n. Br., 78° 28′ ö. L. v. Gr. 1075 *m.* (Termintage.)

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·0	−3·4	−3·3	2·7	−2·1	1·1	0·3	0·0	1·4	−2·3	3·5	[illegible]	−2·4
1	−4·3	−4·0	−3·5	−3·2	2·4	1·4	0·4	1·1	1·7	−2·8	−3·7	−4·1	2·7
2	4·4	−4·4	−3·7	−3·4	2·9	−1·7	−0·6	1·3	−1·9	−3·2	−4·1	−4·4	−3·0
3	−4·6	−4·8	−4·1	−4·1	3·0	2·0	−0·8	1·5	−2·0	−3·4	−4·3	4·7	−3·3
4	4·8	−5·2	−4·7	−4·4	−4·1	2·2	1·0	1·0	−2·1	−3·7	4·0	−4·8	3·0
5	−5·2*	−5·3*	−5·0	4·9*	4·2*	2·5	1·2	1·7	−2·3	−3·8*	−4·8	−4·9	−3·8
6	−5·2*	−5·3	5·2*	−4·9	−4·2	−2·6*	1·3*	1·8*	2·4*	3·8	−5·0*	5·0*	−3·9*
7	−4·8	−4·6	−3·7	2·7	2·4	−2·1	−1·1	−1·4	1·0	2·3	−3·4	4·4	−2·0
8	−0·8	0·3	0·0	−0·8	1·2	−1·2	0·9	−0·8	−0·2	0·8	0·8	0·0	−0·4
9	2·4	2·3	1·5	0·9	0·0	0·4	0·5	0·3	0·5	2·1	3·0	3·3	1·2
10	4·0	3·0	2·7	2·1	1·4	0·4	0·0	0·3	1·3	2·8	4·1	4·0	2·3
11	4·9	4·5	3·9	3·2	2·4	1·3	0·4	0·7	1·9	3·3	4·7	5·4	3·1
Mittag	5·7	5·3	4·0	3·8	3·4	2·0	0·0	1·2	2·3	3·7	5·3	5·0	3·7
1	6·2	5·8	5·2	4·4	4·2	2·5	1·1	1·0	2·8	3·8	5·0	6·2	4·1
2	**6·6**	**6·2**	**5·3**	4·7	4·5	2·7	1·3	1·7	**2·7**	**3·9**	**5·7**	**6·2**	**4·3**
3	6·5	6·2	5·3	**4·7**	**4·5**	**2·8**	**1·4**	**1·8**	2·6	3·7	5·6	6·1	4·2
4	6·1	5·7	5·1	4·0	4·3	2·7	1·3	1·8	2·3	3·4	5·0	5·4	4·0
5	4·9	4·0	4·3	3·9	3·8	2·1	1·1	1·4	1·7	2·0	3·8	4·1	3·2
6	1·9	2·5	2·4	2·7	2·4	1·4	0·7	0·8	0·7	0·0	1·0	1·1	1·5
7	0·4	0·3	0·3	1·1	0·7	0·5	0·3	0·0	−0·1	−0·4	−1·2	−0·8	0·0
8	−1·6	−1·4	−1·1	−0·4	0·4	0·0	0·1	0·4	0·4	0·8	−2·2	1·7	−0·8
9	−2·4	−2·1	1·8	1·2	0·9	−0·1	0·0	0·3	−0·7	−1·0	−2·4	2·0	−1·3
10	−2·9	−2·7	2·3	−1·8	1·3	0·3	0·1	0·0	−1·0	−1·4	−2·8	−3·0	1·0
11	−3·4	3·2	−2·9	2·4	−1·7	0·8	−0·2	−0·6	−1·3	−1·8	−3·1	−3·4	2·1
Mittel	14·7	17·0	22·6	27·4	29·3	25·7	21·8	21·2	21·7	20·2	16·0	13·7	20·9

Jubbulpore.

23° 9′ n. Br., 79° 59′ ö. L. v. Gr. 408 *m.* — Stündlich. Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·3	−3·6	−3·8	−4·2	3·5	−2·3	−1·2	1·2	−2·0	3·2	−4·2	4·0	−3·0
1	−4·1	−4·4	−4·7	−4·9	−4·2	−2·7	−1·4	−1·4	−2·3	−3·7	4·9	−4·9	−3·6
2	−4·7	−5·1	−5·4	−5·5	−4·9	−2·9	−1·6	−1·6	−2·6	4·1	5·4	−5·4	−4·1
3	5·2	−5·8	−6·2	6·2	−5·6	−3·2	−1·8	−1·9	−2·9	−4·6	5·8	5·8	−4·6
4	−5·9	−6·6	7·0	−7·1	6·3	−3·4	−2·0	−2·0	−3·2	−5·1	−6·2	6·5	−5·1
5	−6·7	−7·3	−7·7	7·6*	−6·6*	−3·6*	−2·1*	−2·1*	−3·4*	−5·4*	7·2*	−7·3	5·6*
6	−7·1*	−7·6*	−7·8*	−7·2	−6·0	−3·3	−1·9	−2·0	3·2	−5·2	−7·2	−7·6*	5·5
7	6·5	−6·8	−6·5	−5·4	−4·3	2·5	−1·4	−1·0	−2·4	−3·9	−5·8	−6·6	−4·5
8	−4·6	−4·5	3·8	−2·6	−2·0	−1·2	−0·8	−0·9	1·3	−1·9	−3·1	−4·2	2·0
9	−1·6	−1·3	−0·4	0·5	0·0	0·3	−0·1	−0·1	0·1	0·0	0·3	−0·9	0·2
10	1·5	1·9	2·6	3·2	2·7	1·0	0·6	0·8	1·4	2·8	3·3	2·5	2·1
11	4·1	4·4	4·8	4·9	4·3	2·6	1·2	1·5	2·3	4·3	5·4	5·0	3·8
Mittag	5·8	6·0	6·1	5·9	5·2	3·4	1·8	2·1	3·1	5·2	6·7	6·7	4·8
1	7·0	7·0	6·9	6·5	5·9	3·9	2·3	2·5	3·7	5·7	7·4	7·7	5·9
2	7·8	7·7	7·5	7·1	6·4	**4·2**	2·6	**2·7**	**4·0**	**6·0**	8·0	8·4	6·0
3	**8·1**	**8·1**	**7·9**	**7·4**	**6·4**	4·1	**2·7**	2·6	4·0	5·9	**8·2**	**8·6**	**6·2**
4	7·6	7·8	7·7	7·1	6·0	3·6	2·3	2·3	3·5	5·3	7·4	7·8	5·7
5	6·2	6·7	6·6	6·0	4·9	2·7	1·7	1·7	2·6	3·9	5·7	6·2	4·6
6	4·1	4·8	4·7	4·3	3·6	1·7	1·0	1·0	1·6	2·3	3·4	3·9	3·0
7	1·9	2·6	2·6	2·6	2·0	0·7	0·3	0·3	0·6	0·7	1·3	1·8	1·4
8	0·3	0·8	0·8	0·9	0·6	−0·1	−0·2	0·2	−0·2	−0·4	−0·2	0·2	0·2
9	−0·8	−0·5	0·5	−0·6	−0·7	−0·7	−0·5	−0·6	0·8	1·2	1·3	−0·9	0·7
10	−1·6	1·6	−1·6	1·9	−1·8	−1·2	−0·8	−0·8	1·2	1·5	−2·2	−1·8	1·5
11	−2·3	−2·6	−2·7	−3·2	−2·7	−1·8	1·0	−1·0	−1·6	2·5	3·2	−2·9	2·3
Mittel	16·6	19·0	24·8	30·0	32·7	29·7	26·0	25·6	25·9	23·6	18·8	15·7	24·0

Hazaribagh.

24° 0′ n. Br., 85° 24′ ö. L. v. Gr. 612 *m*. Stündlich, Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·0	-3·1	-3·4	-3·5	-3·2	-2·0	1·1	1·1	-1·6	-2·4	-2·8	-2·9	2·5
1	-3·4	3·4	-3·9	4·1	-3·6	2·3	-1·3	-1·2	-1·9	-2·0	3·0	-3·3	-2·8
2	-3·7	-3·8	-4·4	4·6	-4·2	-2·6	-1·5	-1·4	-2·1	-2·9	-3·3	-3·6	3·2
3	4·1	-4·3	-5·1	-5·2	-4·6	2·8	-1·6	-1·6	-2·3	-3·0	-3·6	3·8	-3·5
4	4·4	-4·7	-5·6	5·5	-5·0	-2·9	-1·8	1·7	2·4	-3·3	-3·9	-4·2	-3·8
5	4·8	-5·2	-5·9	-6·1*	-5·3*	-3·1*	1·9*	-1·8*	-2·0*	-3·4	-4·2	-4·4	-4·1*
6	5·0*	5·4*	-6·0*	-6·1*	-4·8	-2·8	1·8	-1·8	-2·5	-3·6*	-4·3*	-4·7*	-4·1*
7	-4·9	5·1	-4·4	-3·8	-2·9	-1·8	-1·3	-1·2	-1·7	-2·6	-3·7	-4·4	-3·2
8	2·2	-1·9	1·1	-0·9	-0·8	-0·4	0·4	0·4	-0·3	-0·2	-0·7	-2·0	-0·9
9	0·7	0·8	1·4	1·4	1·2	0·8	0·3	0·4	0·8	1·6	1·7	1·0	1·0
10	2·6	2·4	2·8	3·0	2·8	1·9	0·9	1·2	1·7	2·7	2·9	2·7	2·3
11	4·0	3·7	4·2	4·3	4·2	2·8	1·7	1·6	2·5	3·2	3·8	3·9	3·3
Mittag	4·9	4·8	5·2	5·2	5·1	3·4	2·0	1·9	2·9	3·7	4·4	4·8	4·1
1	5·8	5·7	5·8	5·8	5·6	3·7	2·2	2·0	**3·4**	4·1	5·0	5·6	4·6
2	**6·2**	**6·3**	**6·3**	**6·1**	**5·6**	**3·7**	**2·2**	**2·2**	3·2	**4·2**	**5·2**	**5·9**	**4·8**
3	6·2	**6·3**	**6·3**	6·1	5·2	3·6	2·2	2·0	3·0	4·2	5·2	5·9	4·7
4	5·7	5·9	5·7	5·7	4·6	2·6	1·7	1·6	2·4	3·7	4·6	5·2	4·1
5	4·2	4·8	4·8	4·9	3·8	2·1	1·4	1·3	1·6	2·4	3·0	3·7	3·2
6	1·8	2·4	2·7	2·9	2·5	1·1	0·8	0·6	0·6	0·8	1·1	1·4	1·6
7	0·3	0·5	0·8	0·9	0·7	0·0	0·0	0·1	-0·2	-0·3	0·2	0·1	0·2
8	0·7	-0·6	-0·3	-0·4	-0·4	-0·5	0·5	0·3	-0·7	-0·9	-0·9	-0·8	0·6
9	-1·6	1·3	-1·3	-1·4	-1·2	-0·9	0·7	-0·6	0·9	-1·4	1·7	-1·5	1·2
10	-2·2	-2·0	-2·2	-2·2	-2·1	-1·3	-0·8	-0·8	1·1	-1·8	-2·2	-2·1	1·7
11	-2·7	-2·6	-2·9	-2·8	-2·6	-1·7	1·0	0·9	-1·4	2·2	2·6	-2·6	-2·2
Mittel	15·7	19·0	24·7	29·6	29·5	28·3	25·8	25·2	25·6	23·2	18·8	15·4	23·4

Deesa.

24° 16′ n. Br., 72° 14′ ö. L. v. Gr. 142 *m*. — Stündlich, Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	-3·8	-4·3	3·7	-3·7	-3·2	-2·4	-1·4	-1·4	-2·3	-4·3	-4·9	-4·5	-3·3
1	-4·8	-4·9	-4·7	-4·5	-3·9	-3·2	-1·8	-1·7	-2·7	-4·8	-5·8	5·3	-4·0
2	-5·6	-5·6	-5·4	-5·1	-4·9	-3·7	2·1	-1·9	3·2	-5·5	-6·3	-6·0	-4·6
3	-6·2	-6·3	-6·2	-5·9	-5·9	-4·1	-2·3	-2·3	-3·7	-5·9	-7·0	6·5	-5·2
4	-7·1	-7·1	-7·2	6·0	-6·3	-4·6	-2·7	-2·7	-4·1	-6·6	-7·4	-7·2	-5·8
5	-7·6	-8·0	-7·8	-7·7	-6·9*	-5·1*	-2·8*	-2·9*	-4·3*	-7·2*	-8·1	-7·8	-6·4
6	-7·8*	8·4*	-8·2*	-8·3*	-6·9	-4·8	-2·8	-2·8	-4·3	-7·2	-8·3*	-8·2*	-6·5*
7	-7·1	7·7	-6·8	-5·8	-5·2	-3·8	-2·4	-2·2	-3·1	-5·5	-7·1	-7·8	-5·4
8	-4·6	-4·6	3·2	-2·7	-3·2	-2·5	1·5	-1·2	-1·4	-1·3	-2·5	-4·4	-2·8
9	0·0	0·3	0·7	-0·1	-1·1	1·1	-0·7	-0·1	0·3	1·9	2·4	1·3	0·3
10	3·2	3·4	2·8	2·1	0·8	0·3	0·1	0·7	1·7	4·0	5·4	4·7	2·4
11	5·3	5·6	4·6	4·0	2·9	1·9	1·1	1·3	2·6	5·4	6·9	6·7	4·0
Mittag	6·8	6·9	5·9	5·6	4·6	3·4	2·0	1·9	3·8	6·6	7·9	8·0	5·3
1	7·6	7·7	7·0	6·8	5·9	4·4	2·6	2·6	4·3	7·2	8·6	8·6	6·1
2	8·0	8·3	7·6	7·3	6·9	5·1	3·2	3·2	**4·8**	**7·4**	**8·7**	**8·8**	6·6
3	**8·1**	**8·4**	**7·7**	**7·4**	**7·2**	**5·5**	**3·2**	**3·4**	**4·8**	**7·4**	8·6	8·7	**6·7**
4	7·5	8·0	7·6	7·2	6·8	5·3	3·1	2·9	4·3	6·8	7·8	8·1	6·3
5	6·2	6·8	6·7	6·4	5·8	4·7	2·5	2·5	3·5	5·3	5·8	6·1	5·2
6	3·6	4·3	4·7	4·7	4·7	3·5	2·1	1·7	2·2	2·7	3·1	3·3	3·4
7	1·7	2·1	2·3	2·2	2·7	2·3	1·2	0·6	0·7	0·7	1·0	1·2	1·6
8	0·4	0·3	0·7	0·4	1·2	1·2	0·6	0·1	-0·2	-0·6	-0·6	-0·4	0·3
9	-0·6	-0·7	-0·4	-0·3	0·1	-0·1	0·0	-0·3	-0·6	-1·4	-1·6	1·3	-0·6
10	-1·4	-1·7	-1·4	-1·1	-0·8	-0·7	-0·4	-0·7	-1·1	-2·1	-2·9	-2·2	1·4
11	-2·6	-2·9	-2·7	-2·4	-2·1	-1·6	-0·8	-1·0	-1·7	-3·3	3·8	-3·5	-2·4
Mittel	19·1	21·1	27·0	30·3	33·2	32·6	28·3	27·1	27·8	27·7	23·2	19·9	26·4

Kurrachee.

24° 47′ n. Br., 67° 4′ ö. L. v. Gr. 15 *m* — Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	2·3	−2·3	−2·3	2·4	2·1	−1·7	−1·2	−1·3	1·0	2·3	3·2	3·0	2·2
1	2·9	−2·7	2·6	−2·8	−2·3	1·9	−1·4	1·3	1·7	−2·8	−3·8	−3·6	−2·5
2	3·4	3·2	3·2	−3·0	2·6	2·1	−1·6	1·4	1·9	3·1	4·3	4·1	−2·8
3	−3·9	3·6	−3·4	−3·3	2·8	2·2	1·6	1·6	2·1	−3·7	4·7	4·6	3·1
4	4·4	4·1	−3·9	3·6	2·9	2·3	−1·8	1·6	2·3	4·1	5·3	5·1	3·4
5	4·8	−4·4	4·2	3·9	3·1*	−2·4*	−1·8*	1·6*	2·4*	4·3	5·9	5·4	3·7
6	5·1	4·8	−4·4*	4·2*	3·1	−2·1	1·6	−1·5	−2·4	−4·7*	6·1*	5·4	3·8*
7	5·2*	5·2*	−4·2	2·9	1·8	−1·2	1·6	−1·2	1·7	3·9	5·7	−5·6	−3·3
8	3·9	−3·3	2·0	1·0	0·3	−0·2	0·1	−0·3	0·6	1·7	3·6	4·1	1·7
9	0·8	−0·6	0·6	1·2	1·3	1·6	0·9	0·6	0·7	0·7	0·7	0·4	0·5
10	1·7	1·8	2·6	3·0	2·4	1·9	1·4	1·1	1·7	2·9	3·2	2·6	2·2
11	3·8	3·5	4·3	4·2	3·3	2·8	1·9	1·6	2·6	4·5	5·2	4·5	3·5
Mittag	4·9	4·6	5·2	4·9	3·7	3·3	2·2	2·3	3·1	5·4	6·5	5·8	4·3
1	5·5	5·3	**5·6**	**5·2**	**4·0**	**3·4**	2·5	**2·4**	**3·3**	**5·9**	**7·1**	6·5	**4·7**
2	**5·8**	**5·6**	5·5	4·8	3·7	3·2	**2·6**	2·4	3·2	5·4	**7·1**	**6·5**	**4·7**
3	5·7	5·3	5·0	4·2	3·4	2·7	1·9	2·1	2·8	4·6	6·5	6·2	4·2
4	5·1	4·7	3·8	3·6	2·7	2·1	1·5	1·0	2·2	3·7	5·4	5·6	3·5
5	3·9	3·7	2·6	2·4	1·7	1·4	0·8	1·0	1·2	2·1	3·6	4·1	2·3
6	2·3	2·6	1·0	0·7	0·4	0·3	0·1	0·2	0·1	0·6	1·8	2·3	1·0
7	1·3	0·9	0·0	0·5	0·6	−0·5	−0·6	0·3	0·4	0·2	0·8	1·2	0·1
8	0·4	0·2	0·7	−1·0	−1·0	−0·9	−0·7	−0·6	−0·8	0·7	0·0	0·2	0·4
9	−0·3	−0·5	−1·2	1·6	−1·2	1·2	0·9	0·8	−0·9	1·2	−0·9	0·7	0·9
10	−1·0	−1·3	1·6	1·9	−1·5	−1·4	−1·6	1·0	−1·2	−1·7	1·7	−1·6	1·4
11	−1·7	−1·7	−1·9	−2·2	−1·8	−1·6	1·1	1·1	1·3	2·0	2·7	2·5	−1·8
Mittel	18·1	20·2	23·9	26·4	28·9	30·4	29·0	27·6	27·3	26·8	23·1	19·5	25·1

Allahabad.

25° 26′ n. Br., 81° 52′ ö. L. v. Gr. 94 *m.* — Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·3	−3·6	4·3	4·4	−3·9	−2·2	−1·3	−1·4	−1·9	3·1	−3·6	−3·5	−3·1
1	3·8	4·3	5·1	−5·3	4·7	2·7	−1·4	1·6	−2·2	−3·4	3·9	−4·0	−3·6
2	−4·2	−4·7	−5·7	5·9	5·2	−2·8	−1·6	1·8	−2·4	−3·7	−4·2	−4·4	−3·9
3	4·5	−5·3	−6·2	6·5	5·6	3·2	−1·9	2·0	−2·6	3·8	−4·6	4·9	4·3
4	−5·1	6·0	6·9	7·2	−6·2	−3·4	2·1	2·1	−2·8	−4·2	−5·0	−5·2	−4·7
5	5·4	6·5	7·2	7·[illegible]*	6·7*	3·6*	2·2*	−2·3*	2·9	4·6	5·4	5·6	5·1
6	5·6*	6·9*	−7·6*	7·9	6·5	3·5	2·1	2·2	3·1*	−4·8*	−5·7*	5·8*	−5·2*
7	5·6	−6·7	6·3	5·6	4·6	−2·8	1·6	1·0	2·3	3·8	5·2	−5·8	4·3
8	3·8	3·6	2·8	1·9	1·7	1·[illegible]	0·7	0·7	−0·9	1·4	2·3	3·6	−2·1
9	0·9	0·3	0·6	1·4	0·8	0·6	0·2	0·3	0·4	0·7	0·0	−0·4	0·3
10	1·9	2·6	3·4	4·1	2·9	1·4	1·6	1·3	1·7	2·9	3·3	2·5	2·4
11	4·2	5·1	5·6	5·8	4·7	2·8	1·6	2·0	2·7	4·6	5·3	5·0	4·1
Mittag	6·1	6·8	7·1	6·9	6·2	3·6	2·1	2·5	3·6	5·8	7·1	7·0	5·4
1	7·2	7·9	7·9	8·0	6·9	4·2	2·2	2·6	3·9	6·4	7·9	8·1	6·1
2	**7·8**	**8·3**	**8·4**	**8·3**	**7·1**	**4·4**	**2·7**	**2·9**	**4·1**	**6·5**	**8·3**	**8·4**	**6·4**
3	7·8	8·3	8·3	8·2	6·9	4·4	2·5	2·7	3·9	6·3	7·6	8·1	6·2
4	7·1	7·7	7·9	7·8	6·4	3·9	2·2	2·3	3·3	5·3	6·6	7·1	5·6
5	5·1	6·1	6·6	6·0	5·5	3·2	1·8	1·9	2·2	2·6	2·[illegible]	3·9	4·0
6	1·8	2·7	3·8	4·1	3·3	2·1	1·2	0·7	0·0	0·3	0·5	1·2	1·8
7	0·4	0·6	1·0	1·2	1·3	0·6	0·3	0·1	−0·3	0·6	−0·6	0·0	0·3
8	−0·6	−0·6	−0·4	0·7	−0·2	0·[illegible]	0·3	0·6	−0·8	1·3	1·4	−0·9	−0·7
9	−1·4	−1·6	−1·6	−1·8	−1·4	0·[illegible]	0·7	−0·8	−1·2	1·9	2·2	1·7	−1·4
10	2·0	−2·4	−2·7	2·9	2·5	1·4	0·9	1·1	−1·4	2·4	−2·8	2·4	1·8
11	2·7	−3·0	−3·6	−3·8	3·3	1·8	1·1	−1·3	1·7	2·7	3·4	3·6	2·7
Mittel	15·2	18·3	25·4	30·9	33·1	33·1	29·1	28·9	28·3	24·6	19·1	15·6	25·1

Patna.

25° 37′ n. Br., 85° 14′ ö. L. v. Gr. 56 *m*. — Stündlich Termintage.

	Jann.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	2·7	3·2	3·4	3·5	3·0	2·1	-1·2	1·0	-1·3	2·3	-2·8	2·9	2·4
1	−3·3	3·8	4·1	-4·2	3·6	2·4	-1·4	1·3	1·6	-2·7	−3·3	-3·3	−2·9
2	3·8	4·4	4·9	-4·9	−4·0	−2·7	1·6	1·4	1·8	−3·1	−3·7	3·9	3·4
3	−4·4	4·9	5·5	-5·7	4·6	2·9	1·8	−1·6	2·1	−3·3	-4·1	-4·4	−3·8
4	4·9	5·6	6·2	6·3	-5·2	3·2	-2·0	1·8	2·3	3·7	-4·7	-4·9	4·2
5	−5·3	-6·1	-6·8	-6·8*	−5·7*	-3·6*	2·2*	2·0*	2·4*	-4·0*	-5·2	5·4	4·6
6	−5·7*	6·4*	7·1*	-6·7	−5·2	3·3	1·8	1·9	2·4	−4·0	5·6*	5·6*	−4·7*
7	-5·3	5·9	5·7	4·8	3·8	2·4	1·1	−1·3	1·7	−2·8	-4·6	5·1	−3·7
8	3·4	3·4	2·8	2·3	2·0	1·3	-0·6	0·6	0·8	−0·9	-2·1	3·1	1·9
9	−0·6	0·9	0·1	0·1	−0·4	0·1	0·2	0·2	0·1	0·8	0·4	0·4	0·1
10	1·8	2·1	2·6	2·3	1·4	1·1	0·7	0·7	1·1	2·2	2·8	2·2	1·7
11	3·7	3·9	4·4	4·0	3·6	2·1	1·3	1·2	1·8	3·1	4·3	3·9	3·1
Mittag	4·9	5·3	5·8	5·2	4·3	3·0	1·7	1·6	2·3	3·7	5·2	5·2	4·0
1	5·6	6·2	6·5	6·2	5·1	3·5	2·2	1·8	2·7	4·1	5·7	5·9	4·6
2	6·2	6·8	7·0	6·8	5·6	3·8	2·2	2·1	2·7	**4·4**	**6·1**	**6·3**	5·0
3	**6·3**	**7·0**	**7·1**	**7·1**	**5·9**	**4·0**	**2·3**	**2·2**	**2·9**	4·3	6·0	6·3	**5·1**
4	5·9	6·7	6·8	6·8	5·7	3·8	2·3	2·2	2·3	4·0	5·5	5·7	4·8
5	4·4	5·4	5·8	5·8	4·8	3·2	1·8	1·7	1·8	2·7	3·6	4·1	3·7
6	2·6	3·4	3·7	4·1	3·3	2·2	1·1	1·1	0·9	1·3	1·9	2·3	2·3
7	1·3	1·7	1·6	2·0	1·6	0·9	0·3	0·4	0·1	0·2	0·5	1·1	0·9
8	0·3	0·4	0·4	0·5	0·4	0·2	0·0	0·0	−0·3	−0·4	−0·4	0·1	0·1
9	−0·6	−0·7	0·8	0·8	-0·6	0·4	−0·3	−0·3	−0·6	−0·9	−1·1	−0·9	-0·7
10	−1·3	−1·7	1·7	1·7	−1·4	1·1	−0·7	0·5	0·9	−1·4	−1·7	−1·6	−1·3
11	2·0	2·4	−2·6	−2·7	−2·3	−1·6	−0·9	−0·7	−1·1	−2·0	−2·3	−2·2	−1·9
Mittel	15·7	18·8	25·5	30·7	31·2	30·8	29·0	28·7	28·9	25·8	20·5	16·2	25·2

Lucknow.

26° 50′ n. Br., 81° 0′ ö. L. v. Gr. 113 *m*. — Stündlich Termintage.

	Jann.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	-4·1	3·8	4·3	−4·8	−3·7	−2·3	1·7	1·7	−2·6	4·3	4·8	4·4	−3·6
1	4·9	4·4	5·0	-5·2	−4·1	−2·6	2·0	1·8	−2·8	−4·6	−5·2	4·8	3·9
2	5·1	-5·1	-5·5	5·8	−4·7	−3·0	2·3	2·0	3·0	4·9	−5·7	−5·2	4·4
3	5·4	5·6	−6·1	6·4	-5·2	−3·4	−2·4	2·2	-3·2	5·4	-6·1	−5·6	4·8
4	5·8	6·2	6·7	6·9	5·7	−4·1	2·7	-2·3	3·4	−5·7	-6·5	−6·1	-5·2
5	−6·2	6·5	7·2	−7·4	−6·1*	−4·4*	2·9*	2·5*	3·5	−6·1	−6·8	−6·4	5·5
6	6·5*	−6·8*	7·0*	−7·6*	6·0	4·2	2·8	2·4	−3·6*	−6·2*	−7·0*	−6·7*	−5·6*
7	6·0	6·1	−5·9	-5·0	-3·9	−2·8	2·1	1·8	−2·3	4·1	−5·7	−5·9	−4·3
8	-3·3	2·8	2·6	−1·4	1·7	1·3	1·0	0·8	−0·8	−0·6	−1·8	−2·6	1·7
9	0·0	0·5	0·7	1·4	0·4	0·1	0·1	0·2	0·8	1·9	1·7	1·0	0·7
10	3·1	3·2	3·3	3·0	2·5	1·4	1·0	1·1	2·1	4·2	4·7	4·1	2·8
11	4·9	4·9	5·1	5·0	3·9	2·6	1·7	1·8	3·1	5·4	6·5	6·1	4·2
Mittag	6·6	6·3	6·3	6·4	5·1	3·6	2·5	2·4	3·8	6·1	7·7	7·0	5·4
1	7·6	7·3	7·4	7·4	5·8	4·1	2·9	2·9	4·1	7·0	8·6	8·4	6·1
2	8·2	7·8	7·9	7·9	**6·5**	**4·4**	3·2	**3·1**	**4·4**	**7·4**	8·9	**8·6**	**6·5**
3	**8·3**	**7·8**	**8·0**	**8·1**	6·4	**4·4**	**3·3**	2·8	**4·4**	7·3	**9·0**	**8·6**	**6·5**
4	7·8	7·6	7·8	7·8	6·2	4·1	3·2	2·7	4·2	6·8	8·0	7·7	6·2
5	5·6	5·7	6·7	6·4	5·1	3·4	2·7	2·1	2·9	4·8	4·9	4·8	4·6
6	2·6	3·3	4·2	4·3	3·4	2·3	1·7	1·3	1·3	1·9	1·9	1·7	2·5
7	0·6	0·8	1·6	1·6	1·7	1·1	0·6	0·3	0·1	−0·6	−0·3	−0·4	0·6
8	0·8	0·5	0·0	0·4	0·2	0·1	−0·1	0·4	−0·7	−1·8	1·6	−1·4	0·6
9	1·8	−1·5	−1·6	1·7	−1·2	−0·6	−0·6	−0·8	1·3	−2·6	−2·6	2·3	1·6
10	2·8	−2·4	2·7	3·0	−1·8	1·3	−0·9	1·1	-1·7	−3·2	−3·4	−3·2	2·3
11	3·4	3·2	3·7	4·0	-2·9	1·9	−1·4	1·5	−2·3	-3·7	−4·2	−3·8	3·0
Mittel	14·6	17·6	24·5	30·2	31·8	32·9	29·7	28·9	28·6	24·6	18·6	14·4	24·7

Jeypore.

26° 55′ n. Br., 75° 50′ ö. L. v. Gr. 436 *m.* — Stündlich (60/64 Termintage pro Monat).

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·3	−3·8	−4·3	−4·5	−4·0	−2·7	−1·7	−1·7	−2·9	−4·5	−4·0	−4·1	−3·[illegible]
1	−3·7	−4·2	−4·6	−5·1	−4·5	−3·3	−1·9	−2·0	−3·4	−5·0	−5·0	−4·4	−3·9
2	−4·1	−4·5	−5·1	−5·6	−5·1	−3·7	−2·2	−2·3	−3·7	−5·4	−5·3	−4·8	−4·3
3	−4·5	−4·8	−5·6	−6·1	−5·7	−4·2	−2·6	−2·6	−3·9	−5·9	−6·1	−5·0	−4·8
4	−4·8	−5·3	−6·2	−6·6	−6·3	−4·6	−2·7	−2·8	−4·2	−6·3	−6·4	−5·4	−5·2
5	−5·4	−5·5	−6·7	−7·1	−6·6	−4·8*	−3·0*	−2·9*	−4·5*	−6·7	−6·7	−5·7	−5·5
6	−5·9*	−6·1*	−7·0*	−7·6*	−6·7*	−4·6	−2·9	−2·9*	−4·5*	−7·6*	−7·1*	−6·2	−5·7*
7	−5·6	−6·1*	−5·6	−4·9	−4·3	−3·0	−2·0	−2·1	−2·9	−5·2	−6·7	−6·3*	−4·6
8	−3·8	−2·6	−1·6	−1·1	−1·6	−1·6	−1·0	−1·1	0·8	−0·9	−2·2	−3·5	−1·9
9	0·5	1·0	1·2	1·7	0·6	0·1	0·0	−0·1	1·0	2·6	2·7	1·3	1·0
10	2·8	3·3	3·3	3·7	2·7	1·5	1·1	1·0	2·5	4·6	5·1	3·9	2·0
11	4·4	4·8	4·8	5·3	4·6	2·9	1·9	2·1	3·6	6·1	6·6	5·7	4·3
Mittag	5·7	5·9	6·1	6·4	6·0	4·1	2·6	2·8	4·6	6·9	7·7	6·9	5·4
1	6·6	6·7	6·8	7·1	6·9	4·9	3·1	3·2	4·9	7·6	8·3	7·7	6·1
2	7·2	7·1	7·4	**7·6**	**7·4**	**5·4**	**3·3**	3·2	**5·6**	**8·0**	**8·8**	8·2	**6·6**
3	**7·4**	**7·4**	**7·6**	**7·6**	**7·4**	**5·4**	3·2	**3·3**	5·4	7·8	**8·8**	**8·4**	**6·6**
4	6·9	7·1	7·3	7·2	6·8	4·9	3·1	3·1	5·0	7·2	7·9	7·7	6·2
5	5·1	5·6	6·4	6·2	5·6	3·9	2·5	2·3	4·2	5·2	5·6	4·7	4·7
6	2·3	3·1	4·1	4·3	3·6	2·7	1·7	1·6	1·9	2·0	1·9	1·0	2·0
7	0·3	0·0	1·3	1·0	1·3	1·1	0·6	0·4	0·2	0·1	−0·5	0·5	0·5
8	−0·9	−1·0	0·0	0·7	−0·3	0·1	−0·2	−0·2	0·9	−1·4	−1·8	−1·7	−0·8
9	−1·7	−2·1	−1·9	−2·1	−1·5	−0·8	−1·0	−0·6	−1·6	−2·3	−2·6	−2·4	−1·7
10	−2·4	−2·9	−2·9	−3·1	−2·6	−1·6	−1·0	−0·9	−2·2	−3·2	−3·4	−3·0	−2·4
11	−3·0	−3·4	−3·8	−3·6	−3·3	−2·2	−1·3	−1·3	−2·6	−3·6	−3·9	−3·5	−3·1
Mittel	15·4	18·3	24·1	29·6	32·9	31·6	28·6	27·4	27·6	24·6	19·3	16·0	24·7

Dhubri.

26° 7′ n. Br., 89° 50′ ö. L. v. Gr. 47 *m.* — Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−2·2	−2·5	−2·0	−2·1	−1·7	−1·0	−0·8	−0·8	−1·1	−1·4	−2·1	−2·2	−1·7
1	−2·7	−3·1	−3·4	−2·2	−2·0	−1·4	−1·1	−1·1	−1·2	−1·7	−2·4	−2·7	−2·1
2	−3·1	−3·5	−3·9	−2·6	−2·2	−1·6	−1·2	−1·2	−1·4	−2·1	−2·8	−3·1	−2·4
3	−3·5	−3·9	−4·2	−2·9	−2·6	−1·7	−1·4	−1·3	−1·6	−2·3	−3·1	−3·4	−2·7
4	−3·8	−4·2	−4·6	−3·3	−2·7	−1·9	−1·5	−1·4	−1·6	−2·4	−3·3	−3·8	−2·9
5	−4·1	−4·6	−4·9	−3·5	−2·8*	−2·0*	−1·7*	−1·6*	−1·7*	−2·7	−3·6	−4·0	−3·1*
6	−4·3*	−4·8*	−5·2*	−3·6*	−2·6	−1·7	−1·4	−1·4	−1·7	−2·8*	−3·7*	−4·1*	−3·1
7	−4·3	−4·7	−4·7	−2·8	−1·9	−1·2	−1·0	−1·1	−1·2	−2·0	−3·2	−4·1	−2·7
8	−3·6	−3·3	−2·8	−1·0	−1·4	−0·6	0·6	−0·6	−0·6	−1·2	−2·1	−2·6	−1·8
9	−1·8	−1·5	−0·9	0·3	0·5	0·0	0·2	0·1	0·1	−0·2	−0·8	−1·3	−0·6
10	0·2	0·6	1·1	0·7	0·3	0·0	0·5	0·7	0·8	0·0	0·8	0·5	0·6
11	2·3	2·7	2·9	2·0	1·4	1·2	1·2	1·4	1·0	2·0	2·3	2·4	1·9
Mittag	3·7	4·2	4·3	2·8	2·3	1·6	1·4	1·7	1·8	2·8	3·7	3·6	2·8
1	4·8	5·2	5·3	3·4	2·8	1·8	1·5	**1.9**	2·2	3·1	4·4	4·8	3·4
2	5·5	5·8	5·9	3·9	3·1	2·1	**1·6**	**1·9**	**2·3**	3·2	4·8	5·3	3·8
3	**5·6**	**6·2**	**6·2**	**4·2**	**3·2**	**2·1**	**1·6**	1·7	2·3	**3·3**	**4·9**	**5·5**	**3·9**
4	5·4	5·8	6·1	3·9	3·2	1·9	1·5	1·5	1·8	3·1	4·4	5·1	3·7
5	4·3	4·9	5·1	3·5	2·8	1·6	1·4	1·2	1·2	2·2	2·9	3·5	2·6
6	2·6	2·7	3·2	2·4	2·0	1·2	1·1	0·7	0·4	1·0	1·5	2·1	1·7
7	1·7	1·4	1·0	0·9	1·1	0·4	0·5	0·1	0·0	0·4	0·7	1·2	0·8
8	0·8	0·4	0·4	0·2	0·2	0·1	0·2	0·2	−0·2	−0·1	−0·1	0·3	0·1
9	−0·7	−0·4	0·0	−0·7	0·3	−0·2	−0·2	0·4	−0·6	−0·6	−0·7	0·5	0·5
10	−1·1	−1·2	−1·5	−1·1	−0·8	−0·4	−0·4	−0·6	−0·7	−0·9	−1·2	−1·2	0·[illegible]
11	−1·4	−1·8	−2·4	−1·6	−1·2	−0·7	−0·7	−0·7	−0·9	−1·2	−1·6	−1·7	−1·2
Mittel	17·1	18·7	23·9	25·4	25·9	26·8	27·0	27·4	27·1	25·6	21·3	17·7	23·7

Goalpara.

26° 11′ n. Br., 90° 40′ ö. L. v. Gr. 118 *m.* Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	1·2	2·1	1·9	−2·0	−1·2	0·8	−0·9	−1·2	−1·3	−1·6	−1·8	−1·3	−1·4
1	1·9	2·0	−2·7	−2·4	−1·0	−1·1	−1·1	−1·3	−1·0	−1·9	−2·2	−1·7	−1·8
2	2·5	3·0	3·4	2·7	−1·9	1·3	1·3	−1·6	1·7	−2·3	−2·8	−2·3	2·3
3	2·9	4·1	3·8	−3·2	−2·2	−1·5	−1·5	−1·9	−1·8	−2·6	−3·1	−2·9	−2·7
4	3·4	−4·6	−4·4	−3·6	−2·6	−1·8	−1·7	−2·1	2·0	−2·8	−3·5	−3·6	−3·0
5	−3·7	−4·8	−4·9	−4·0	−2·8*	−1·8*	−1·7*	−2·2*	−2·1	−3·1	−4·0	−3·8	−3·2
6	4·1	5·5*	−5·4*	−4·1*	−2·7	−1·8	−1·6	−2·1	−2·2*	−3·3*	−4·3*	−4·3	−3·4*
7	4·3*	5·3	−4·6	−3·2	−2·0	1·4	−1·1	−1·4	−1·7	−2·7	−4·3	−4·6*	−3·1
8	−3·8	3·5	3·1	−2·0	−1·3	−0·8	−0·4	−0·6	−0·7	−1·7	−2·9	−3·8	−2·1
9	2·2	1·0	1·0	−0·3	−0·6	0·0	0·0	0·2	0·2	0·0	1·3	−2·4	−0·8
10	0·4	0·6	0·9	1·1	−0·2	0·6	0·7	1·2	0·8	1·1	0·6	−0·4	0·5
11	1·4	2·9	2·7	2·3	1·5	1·2	1·3	1·9	1·6	1·9	2·3	1·4	1·8
Mittag	2·0	4·2	3·8	3·3	2·3	1·6	1·7	2·0	2·3	2·8	3·4	3·2	2·8
1	4·0	5·1	4·6	4·2	2·6	1·8	1·9	2·0	2·6	3·2	4·3	4·4	3·4
2	4·6	**5·5**	5·0	**4·6**	2·7	1·9	**1·9**	**2·1**	**2·7**	**3·4**	**4·6**	**4·9**	**3·6**
3	**4·6**	5·4	**5·3**	4·4	**3·1**	**1·9**	1·8	2·0	2·6	3·3	4·4	4·9	3·6
4	4·3	5·0	4·8	4·0	**3·1**	1·9	1·5	2·0	2·2	3·1	4·0	4·3	3·3
5	3·3	3·8	3·8	3·3	2·8	1·6	1·2	1·6	1·6	2·0	2·9	3·2	2·6
6	2·3	2·6	2·6	2·0	1·9	0·8	0·8	1·1	0·7	1·3	2·1	2·4	1·7
7	1·7	1·8	1·6	0·6	1·1	0·2	0·3	0·3	0·0	0·8	1·4	1·8	0·9
8	1·1	1·2	1·0	0·1	0·1	0·0	−0·1	−0·2	−0·3	0·3	0·9	1·3	0·4
9	0·6	0·6	0·4	−0·3	−0·2	−0·2	−0·3	−0·4	−0·6	0·1	0·4	0·6	0·0
10	0·0	−0·4	−0·5	−0·8	0·5	−0·3	−0·4	−0·7	−0·9	−0·6	−0·4	−0·2	−0·5
11	−0·4	−1·1	−1·1	−1·4	−0·8	−0·5	−0·6	−0·9	1·0	−1·2	−1·0	−0·7	−0·9
Mittel	16·9	19·7	22·7	25·4	25·2	26·8	26·9	27·3	26·8	25·2	21·5	17·3	23·5

Sibsagar.

26° 50′ n. Br., 94° 40′ ö. L. v. Gr. 102 *m.* — Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	2·3	2·3	2·3	−1·8	1·7	−1·4	−1·2	1·3	−1·5	1·7	2·5	−2·6	1·9
1	2·7	−2·0	2·7	−2·2	−1·9	−1·8	1·0	−1·6	−1·8	−2·1	−2·8	−3·2	−2·2
2	3·1	−2·9	3·1	−2·5	−2·2	−2·1	−1·9	−1·9	−2·1	−2·3	−3·2	−3·7	−2·6
3	3·3	−3·2	−3·4	−2·8	−2·4	−2·4	−2·2	−2·2	2·3	−2·7	−3·5	−3·9	−2·9
4	−3·6	−3·7	−3·8	−3·1	−2·8	−2·7	2·3	−2·5	−2·5	−2·9	−3·9	−4·3	−3·2
5	−3·9	−4·0	4·1	−3·3*	−2·9*	−2·8*	2·6*	−2·8*	−2·7	−3·2	−4·2	−4·6	−3·4
6	−4·1*	−4·3*	−4·2*	−3·3	−2·8	−2·6	−2·6	−2·8*	−2·8*	3·3*	−4·4*	−4·8*	−3·5*
7	−3·9	−4·0	−3·5	−2·5	−2·1	−1·9	−2·2	−2·4	−2·2	−2·7	−3·8	−4·4	−2·9
8	−3·1	−2·7	−2·2	−1·4	−1·2	−1·1	−1·5	−1·7	−1·4	1·7	−2·4	−3·4	−2·0
9	−1·4	−0·9	−0·4	−0·3	0·3	−0·3	−0·8	−0·8	−0·4	0·4	−0·4	−1·0	−0·7
10	0·3	0·8	1·0	0·7	0·0	0·5	0·1	0·2	0·7	0·9	1·4	0·3	0·6
11	1·8	2·2	2·3	1·5	1·3	1·2	0·8	1·0	1·4	1·9	2·8	2·4	1·7
Mittag	3·3	3·5	3·4	2·4	2·0	2·0	1·6	1·8	2·1	2·7	4·1	4·4	2·8
1	4·5	4·4	4·3	3·2	2·7	2·7	2·2	2·4	2·9	3·4	4·0	5·0	3·6
2	5·4	5·2	4·9	3·7	3·2	3·2	2·7	2·8	3·3	3·9	**5·4**	6·3	4·2
3	**5·7**	**5·4**	**5·2**	**4·0**	**3·6**	**3·6**	**3·0**	**3·2**	**3·7**	**4·2**	**5·4**	**6·5**	**4·4**
4	5·3	5·0	4·8	3·7	3·6	3·3	2·9	3·2	3·2	3·7	4·7	5·9	4·1
5	4·2	3·9	3·8	3·1	3·1	2·4	2·6	2·7	2·5	2·7	3·5	4·6	3·3
6	2·6	2·2	2·3	2·1	2·2	1·6	2·0	1·8	1·5	1·7	1·9	2·7	2·1
7	1·4	0·9	0·9	1·1	1·1	0·7	1·2	1·0	0·6	0·7	0·8	1·5	1·0
8	0·5	0·1	−0·1	0·2	0·3	0·1	0·3	0·4	0·0	0·1	0·0	0·4	0·2
9	−0·3	−0·6	−0·8	−0·4	−0·3	−0·4	−0·1	0·0	−0·4	−0·4	−0·7	−0·4	−0·4
10	−1·0	−1·3	−1·3	−1·0	−0·8	−0·8	−0·5	−0·4	−0·9	−0·9	−1·3	−1·3	−0·9
11	−1·7	−1·8	−1·8	−1·4	−1·3	−1·2	−0·8	−0·8	−1·2	−1·3	−1·9	−1·9	−1·4
Mittel	14·3	16·4	19·8	22·8	24·9	27·7	28·2	28·1	27·3	24·6	19·5	15·1	22·4

Agra.

27° 10′ n. Br., 78° 5′ ö. L. v. Gr. 169 *m*. Stündlich Termintage.

	Jann	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−2·8	2·8	3·3	3·6	3·2	2·2	1·4	−1·3	1·8	3·2	3·5	−3·1	−2·6
1	3·3	3·4	3·8	−4·2	3·7	2·6	1·7	1·5	−2·2	3·6	−4·0	−3·6	3·1
2	3·9	4·0	−4·9	−4·9	4·2	−3·0	−1·9	−1·8	−2·6	4·3	−4·6	−4·2	−3·6
3	4·4	4·6	5·3	5·6	4·8	3·5	2·1	−2·1	−2·9	4·7	−5·2	−4·8	4·1
4	4·9	5·2	−6·0	−6·3	5·4	−3·9	−2·4	−2·4	3·2	5·2	5·7	5·4	4·7
5	5·5	−5·7	−6·8	−7·0	5·9	−4·3*	−2·6	2·7	3·6	5·7	−6·2	5·8	5·2
6	−6·1	6·6	−7·4*	−7·3*	5·9	4·0	2·5	−2·6	3·0	−6·1*	−6·6*	−6·3*	5·4
7	6·3*	6·7	6·6	5·8	−4·6	−3·0	2·0	2·0	−2·9	5·2	−6·4	−6·3	−4·8
8	5·0	4·9	3·9	−2·8	−2·3	1·6	−1·1	−1·1	1·4	−2·6	−3·8	−4·4	−2·8
9	−1·6	1·4	0·8	0·2	0·0	0·2	−0·2	0·0	0·1	0·1	−0·3	1·1	−0·4
10	1·2	1·3	1·9	2·6	1·9	1·6	0·8	0·8	1·2	2·4	1·9	1·9	1·5
11	3·3	3·2	3·8	4·3	3·3	2·6	1·6	1·5	2·3	4·1	4·7	4·4	3·3
Mittag	5·0	5·1	5·3	5·6	4·7	3·5	2·3	2·2	3·1	5·5	6·4	5·7	4·6
1	6·1	6·2	6·4	6·5	5·3	4·1	2·5	2·6	3·4	6·2	7·3	6·8	5·1
2	7·0	7·0	7·1	6·7	5·8	**4·3**	2·8	**2·9**	3·7	6·8	8·1	7·6	5·9
3	**7·4**	**7·2**	**7·4**	**7·2**	**6·0**	4·2	**2·8**	2·9	**3·8**	**6·9**	**8·3**	**7·7**	**6·1**
4	7·2	7·2	7·3	6·8	5·9	3·9	2·6	2·4	3·7	6·7	8·0	7·3	5·8
5	6·0	6·4	6·6	6·1	5·2	3·4	2·2	2·0	3·2	5·2	5·3	5·4	4·8
6	3·1	3·9	4·4	4·4	3·7	2·6	1·7	1·4	1·9	2·2	2·5	2·4	2·9
7	1·4	2·1	2·2	2·0	1·9	1·1	0·8	0·7	0·8	0·0	0·7	0·9	1·3
8	0·3	0·4	0·6	0·3	0·7	0·4	0·2	0·1	0·1	−0·4	−0·9	−0·2	0·2
9	0·6	0·6	0·6	−1·0	0·7	−0·5	0·4	0·3	0·5	1·3	−1·6	1·1	−0·7
10	−1·6	1·7	1·7	1·9	1·8	1·3	0·7	0·7	1·0	−2·1	2·3	−1·8	1·5
11	−2·3	−2·2	2·4	3·2	−2·4	−1·8	−1·1	−1·0	1·5	−2·7	−2·9	2·5	2·1
Mittel	15·3	18·3	25·3	31·1	33·4	34·3	30·2	29·2	28·7	25·7	19·9	15·6	25·6

Roorkee.

29° 52′ n. Br., 77° 56′ ö. L. v. Gr. 270 *m*. — Stündlich Termintage.

	Jann	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·1	−2·9	−3·9	−4·2	−3·9	3·0	−1·3	1·8	−2·6	−4·2	−4·4	3·3	3·2
1	−3·7	−3·5	−4·6	−4·9	−4·6	−3·7	−1·7	−2·1	3·0	−4·8	5·0	−4·2	−3·8
2	4·3	4·2	−5·2	−5·8	5·2	−4·1	−2·1	2·2	3·3	5·4	5·6	−4·7	−4·3
3	4·8	−4·7	−5·9	6·3	−5·8	−4·6	2·3	−2·4	3·7	−5·8	−6·0	−5·2	−4·8
4	5·3	5·1	−6·4	−7·1	−6·5	−4·9	−2·7	−2·6	3·6	−6·3	−6·4	5·5	−5·2
5	5·7	5·4	−6·7	−7·5	−6·7*	5·2*	−2·9*	−2·8*	−4·2*	−6·6	−6·8	5·8	5·5*
6	5·9	−5·8	−6·8*	−7·6*	6·2	4·6	2·7	2·7	4·2	−6·8*	−7·1*	6·1*	−5·5
7	−6·1*	−5·9*	5·9	−5·5	4·2	−2·9	−1·9	1·9	−3·0	5·4	−6·7	−6·1	−4·6
8	−5·1	−4·2	−3·2	1·9	−1·2	1·1	1·2	0·7	−1·3	2·3	3·9	−4·9	−2·6
9	−2·0	−1·3	0·1	1·2	1·2	0·6	−0·4	0·3	0·4	1·1	0·2	−1·4	0·0
10	1·1	1·6	2·6	3·4	2·9	2·2	0·5	1·2	1·7	3·7	3·6	2·1	2·2
11	3·8	3·9	4·7	5·1	4·3	3·3	1·4	1·9	2·8	5·3	6·0	4·6	3·9
Mittag	5·6	5·4	6·3	6·2	5·4	4·3	2·0	2·3	3·8	6·7	7·6	6·4	5·2
1	6·8	6·3	7·2	7·2	6·3	5·0	2·3	3·0	4·5	7·5	8·7	7·0	6·1
2	**7·4**	6·7	**7·6**	7·6	6·9	**5·4**	2·8	3·2	4·9	8·0	**9·2**	**8·1**	**6·5**
3	**7·4**	**6·9**	**7·6**	**7·7**	**6·9**	5·2	**3·1**	**3·4**	**5·0**	**8·1**	8·8	7·8	6·5
4	6·8	6·4	7·2	7·2	6·4	4·7	3·1	3·1	4·4	7·3	7·6	6·7	5·9
5	5·2	5·2	5·9	6·3	5·4	4·2	2·8	2·4	3·5	5·2	4·9	4·8	4·7
6	3·1	3·2	3·9	4·3	4·0	3·2	2·3	1·5	1·9	2·4	2·7	2·8	2·9
7	1·8	1·4	1·8	1·7	1·6	1·3	1·1	0·4	0·6	0·9	1·2	1·7	1·3
8	0·7	0·3	0·4	0·2	0·0	0·1	0·2	−0·4	−0·3	0·3	−0·2	0·4	0·1
9	−0·4	0·9	−1·1	−1·1	1·3	−0·9	−0·3	−0·8	−1·0	−1·6	1·5	−0·9	−0·9
10	1·4	1·7	2·1	2·3	2·2	−1·7	0·7	1·2	1·7	−2·6	−2·6	−1·8	−1·8
11	2·3	2·3	3·1	−3·4	2·9	−2·4	1·1	1·5	2·1	3·4	3·6	−2·6	−2·6
Mittel	13·1	15·4	21·6	28·0	29·9	32·2	28·8	28·2	27·7	22·5	16·8	12·8	23·1

Lahore.

31° 34′ n. Br., 71° 20′ ö. L. v. Gr. 214 *m.* — Stündlich Termintage.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	3·3	−2·9	−3·6	−3·8	−3·9	−3·1	2·0	1·9	3·0	−4·3	−4·4	3·6	3·3
1	−3·6	−3·3	−4·1	−4·2	4·7	−3·8	−2·6	−2·3	−3·4	−4·6	−4·9	−3·8	−3·8
2	3·8	3·8	−4·4	−4·9	−5·0	4·5	−2·8	−2·6	−3·6	−5·1	−5·3	−4·2	−4·2
3	4·3	4·2	−4·7	5·4	5·5	5·1	−3·1	−2·8	−3·9	5·6	−5·7	−4·6	4·6
4	4·3	4·6	−5·2	6·2	6·1	5·6	−3·5	−3·2	−4·3	−5·9	−6·0	−4·9	−4·9
5	4·7	−4·9	5·7	−6·4	−6·6*	5·9*	−3·7*	−3·5*	−4·6	6·3	−6·6	−5·1	−5·3
6	−5·1	5·2*	−6·2*	−6·6*	−6·3	−5·7	−3·6	3·5	4·8*	−6·7*	−6·9*	−5·6	**5·6**
7	−5·2*	5·1	−5·3	−4·9	−4·1	−4·1	−2·6	−2·6	−3·5	5·7	−6·6	−5·9*	−4·6
8	−3·8	−3·4	2·9	−2·3	−1·5	−2·0	−1·3	−1·3	−1·2	−2·2	−3·2	−3·9	−2·4
9	−1·2	0·7	−0·4	0·6	0·9	−0·1	0·2	0·1	0·7	0·9	0·4	−0·6	0·1
10	1·7	1·8	2·1	3·1	2·9	1·8	0·9	1·1	2·3	3·4	3·6	2·2	2·3
11	4·0	3·6	4·0	4·7	4·2	3·4	2·2	2·2	3·7	5·4	6·2	4·6	4·1
Mittag	5·6	5·1	5·4	5·9	5·4	4·4	3·3	3·1	4·7	6·9	7·8	6·2	5·3
1	6·6	6·0	6·4	6·8	6·3	5·4	3·8	3·7	5·3	7·8	8·9	7·4	6·2
2	7·3	**6·3**	7·0	**7·2**	6·7	**6·2**	3·8	**3·9**	5·2	8·1	**9·3**	7·9	**6·6**
3	**7·4**	**6·3**	**7·1**	6·9	**6·7**	6·1	**3·9**	**3·9**	**5·3**	**8·2**	9·2	**8·1**	**6·6**
4	6·9	6·1	6·7	6·7	6·5	5·9	3·8	3·6	4·8	7·4	8·3	7·2	6·2
5	4·8	4·8	5·6	5·7	5·7	5·1	3·3	2·8	3·4	4·7	4·6	4·3	4·6
6	2·1	2·7	3·5	3·8	4·1	3·8	2·2	1·9	1·8	2·1	1·8	1·9	2·7
7	0·5	1·1	1·2	1·3	1·0	1·9	0·9	0·7	0·7	0·3	−0·1	0·5	0·9
8	−0·6	0·2	−0·2	−0·2	0·1	0·3	0·1	0·1	−0·3	−0·9	−1·4	−0·7	0·3
9	1·6	−1·0	−1·3	−1·6	−1·2	0·7	−0·6	0·8	−1·2	−1·9	2·3	−1·7	−1·3
10	−2·2	−1·8	−2·4	−2·4	2·4	1·6	1·1	−1·3	−1·9	−2·8	−3·0	2·4	2·1
11	−2·9	−2·3	−3·0	−3·2	−3·4	2·6	−1·6	−1·6	−2·5	−3·6	−3·7	−3·1	−2·8
Mittel	12·2	14·7	21·2	27·4	28·6	34·7	32·1	30·7	29·2	23·9	16·7	12·5	23·9

Leh.

34° 10′ n. Br., 77° 42′ ö. L. v. Gr. 3506 *m.* — Stündlich Termintage.

Mitternacht	−2·4	−2·3	−2·4	−2·8	−3·2	−3·6	−3·1	3·4	−3·6	−3·1	−2·8	−2·3	−2·9
1	2·7	−2·8	−2·9	3·4	3·7	4·2	−3·5	3·9	−4·2	−3·7	−3·2	−2·8	−3·4
2	3·1	−3·2	−3·3	4·1	−4·3	−4·9	−4·2	−4·5	−4·7	−4·1	−3·6	−3·2	−3·9
3	3·3	−3·6	3·8	−4·6	−4·8	−5·4	4·7	−5·0	5·2	−4·6	−4·2	−3·5	−4·4
4	3·7	−3·9	−4·2	5·1	−5·3	5·9	−5·3	5·7	−5·8	5·1	−4·7	−4·0	−4·9
5	4·0	−4·2	−4·7	5·6*	−5·7*	−6·4*	−5·8*	−6·1*	−6·2*	−5·3	−5·2	−4·6	−5·3*
6	4·2*	−4·4*	−4·8*	−5·4	−5·0	−5·7	−5·6	−5·8	−6·1	−5·7*	−5·4*	−4·7	−5·2
7	3·8	3·8	−3·9	−3·3	−2·6	3·4	−3·7	3·7	4·8	−5·0	4·9	−3·9	3·9
8	−2·7	−2·1	−1·7	1·1	0·8	−1·2	1·7	−1·2	−1·6	−2·4	−2·6	−2·2	−1·8
9	0·1	0·3	0·2	0·7	1·1	0·0	0·2	0·7	0·8	0·2	0·5	0·1	0·4
10	1·8	2·2	1·7	2·4	2·7	2·3	1·9	2·5	2·8	2·6	2·3	1·9	2·3
11	3·5	3·4	3·1	3·9	3·9	4·1	3·6	4·2	4·6	4·2	3·9	3·4	3·8
Mittag	4·7	4·4	4·5	5·1	5·1	5·3	5·1	5·8	6·1	5·4	5·4	4·6	5·1
1	5·4	5·1	5·4	5·6	5·6	6·0	6·0	6·7	7·0	6·6	6·4	5·6	5·9
2	**5·7**	**5·3**	**5·6**	**5·8**	**6·2**	6·6	**6·4**	**7·2**	7·4	**7·0**	**6·8**	**5·8**	**6·3**
3	5·2	5·2	5·5	5·7	**6·3**	**6·9**	**6·4**	6·9	**7·6**	6·9	6·6	5·6	6·2
4	4·7	4·4	4·8	5·0	5·1	6·3	5·9	6·1	6·8	5·8	5·7	4·7	5·4
5	2·7	2·8	3·4	3·6	3·9	5·6	4·5	4·4	4·8	4·1	3·0	2·6	3·7
6	1·3	1·3	1·7	2·1	2·3	3·3	2·6	2·0	1·8	1·6	1·3	1·1	1·8
7	0·3	0·2	0·5	0·7	0·4	0·9	0·7	0·2	0·2	0·4	0·2	0·3	0·4
8	−0·4	0·5	0·2	−0·2	0·0	0·4	0·3	−0·8	−0·7	−0·5	−0·7	−0·4	−0·5
9	−1·0	−1·0	0·8	1·0	−1·4	1·3	−1·1	−1·6	1·0	−1·3	1·2	−0·9	−1·2
10	1·4	−1·6	1·4	1·7	−2·1	2·3	2·0	−2·3	−2·4	−2·0	−1·8	−1·4	−1·9
11	−1·9	−1·9	−1·9	−2·3	−2·7	−3·0	−2·6	−3·0	3·2	−2·5	−2·3	−1·9	−2·4
Mittel	−7·7	−6·0	0·2	6·1	8·9	13·9	10·9	15·9	11·7	4·9	−0·8	−4·7	4·9

Hongkong.

22° 15′ n. Br., 114° 12′ ö. L. v. Gr. — 10 Jahre, stündlich (1894—1903).

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	0·6	−0·4	−0·4	−0·6	−0·7	−0·6	−0·8	−0·8	−0·9	−0·8	−0·8	−0·8	−0·68
1	0·7	0·7	0·6	−0·8	−0·9	−0·7	−0·9	−0·9	−0·9	−0·8	0·8	−0·8	−0·79
2	−0·8	−0·8	−0·7	−0·9	−0·9	−0·8	1·0	−1·1	−1·1	−0·9	−1·1	1·0	−0·93
3	1·0	0·9	−0·9	−0·9	−1·0	−0·9	1·1	−1·2	−1·2	1·1	−1·2	−1·2	−1·05
4	−1·1	1·0	−0·9	−1·0	1·1*	−0·9*	−1·2*	−1·2	1·3	1·2	−1·3	−1·3	−1·12
5	1·2	−1·1*	1·0	−1·1*	1·1	−0·9	−1·2*	1·3*	1·3*	−1·2	−1·4	1·4	−1·18*
6	1·3*	−1·1*	−1·0*	−1·0	−0·9	−0·8	−1·1	1·2	1·3	1·3*	−1·5*	1·4*	1·16
7	1·2	1·0	0·9	−0·7	−0·5	−0·4	−0·6	−0·6	−0·8	−0·9	1·3	−1·4	−0·86
8	0·7	0·6	−0·4	0·3	0·0	−0·1	0·0	−0·1	−0·1	−0·3	−0·5	−0·6	−0·31
9	0·1	−0·1	0·1	0·2	0·4	0·3	0·4	0·4	0·6	0·4	0·3	0·2	0·27
10	0·6	0·4	0·6	0·6	0·9	0·7	0·8	0·9	1·1	0·9	1·0	0·9	0·78
11	1·1	0·8	0·9	1·0	1·1	0·9	1·2	1·2	1·4	1·3	1·5	1·4	1·15
Mittag	1·4	1·2	1·1	1·2	1·2	1·1	1·3	1·4	1·6	1·6	1·9	1·7	1·39
1	**1·6**	1·3	**1·3**	**1·3**	**1·3**	**1·2**	1·4	1·5	**1·7**	**1·6**	**1·9**	**1·8**	**1·49**
2	**1·6**	**1·3**	1·2	**1·3**	**1·3**	1·1	**1·5**	**1·6**	1·6	1·6	1·9	1·8	1·48
3	1·4	1·3	1·2	1·2	1·2	1·1	1·3	1·4	1·4	1·4	1·6	1·6	1·34
4	1·2	1·0	0·9	0·9	0·9	0·8	1·1	1·2	1·1	1·1	1·2	1·2	1·05
5	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·8	0·8	0·7	0·5	0·6	0·7	0·64
6	0·2	0·2	0·2	0·1	0·2	0·2	0·3	0·3	0·1	0·0	0·1	0·2	0·17
7	0·0	0·1	0·0	−0·1	−0·2	−0·2	−0·2	−0·2	−0·2	−0·2	−0·1	0·1	−0·12
8	−0·1	−0·1	0·1	−0·2	−0·3	−0·3	−0·3	0·3	0·3	−0·3	−0·2	−0·2	−0·22
9	0·2	0·2	−0·1	−0·3	−0·4	−0·4	0·5	−0·4	0·4	0·4	−0·4	0·3	−0·33
10	0·3	−0·2	0·2	−0·3	−0·4	−0·4	−0·6	−0·6	−0·6	−0·5	−0·6	−0·5	−0·43
11	0·4	0·3	0·3	−0·5	−0·6	−0·6	−0·7	−0·8	−0·7	−0·6	−0·7	−0·7	0·57
Mittel	15·7	15·1	17·7	21·8	25·3	27·1	27·8	27·4	27·0	24·5	20·7	17·1	22·28

Taihoku (Formosa).

25° 4′ n. Br., 121° 28′ ö. L. v. Gr. 9·3 *m*. — 5 Jahre 5 Monate, stündlich.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−0·8	−0·9	−1·0	−1·2	1·8	−1·9	−2·1	−1·7	1·8	−1·4	−1·0	−1·1	−1·4
1	0·9	−1·0	−1·2	−1·5	−2·1	−2·1	−2·6	1·8	−2·0	−1·6	−1·0	−1·3	−1·6
2	1·1	−1·1	−1·3	−1·6	2·3	−2·3	−2·8	2·1	−2·2	−1·6	−1·1	1·4	1·7
3	1·2	−1·2	−1·5	−1·8	−2·4	2·5	3·1	−2·3	−2·4	1·7	−1·2	−1·5	1·9
4	−1·4	−1·3	1·6	−1·9	−2·6	−2·6	3·3	2·5	2·5	−1·8	−1·3	−1·6	−2·0
5	−1·5	−1·4	−1·8	−2·0*	−2·7*	−2·8*	−3·5*	−2·7*	−2·7*	1·8*	−1·4*	−1·7	−2·1*
6	−1·5*	−1·5*	−1·9*	−2·0	−2·4	2·3	3·1	−2·5	−2·0	−1·8	−1·4	−1·8*	−2·0
7	−1·5	−1·4	−1·6	−1·3	1·3	−1·1	1·4	−1·2	−1·4	−1·0	−1·1	1·7	1·3
8	0·8	0·7	−0·8	−0·2	0·0	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·0	−0·8	0·1
9	0·2	0·2	0·3	0·8	1·2	1·4	1·7	1·6	1·6	1·4	0·9	0·6	1·0
10	1·1	1·1	1·3	1·7	2·2	2·3	2·7	2·5	2·5	2·1	1·6	1·6	1·9
11	1·8	1·7	2·0	2·4	2·8	2·9	3·4	2·9	3·1	2·6	2·0	2·3	2·5
Mittag	2·1	2·0	2·6	2·7	3·1	**3·2**	**3·8**	3·3	3·4	2·8	**2·3**	2·6	2·9
1	**2·3**	**2·1**	**2·6**	**2·7**	**3·1**	3·1	**3·8**	**3·4**	**3·4**	**2·9**	**2·3**	**2·7**	**2·9**
2	2·1	1·9	2·5	2·5	2·9	2·9	3·4	3·1	3·2	2·7	2·0	2·6	2·7
3	1·8	1·7	2·2	2·0	2·4	2·5	2·9	2·7	2·7	2·2	1·6	2·1	2·3
4	1·3	1·4	1·8	1·5	1·9	1·8	2·1	2·1	2·0	1·4	1·0	1·5	1·7
5	0·6	0·8	1·1	0·9	1·3	1·3	1·4	1·5	1·2	0·5	0·3	0·7	1·0
6	0·0	0·2	0·3	0·3	0·5	0·5	0·7	0·6	0·2	−0·3	−0·2	0·0	0·3
7	−0·2	0·3	−0·2	−0·2	0·3	−0·3	0·3	−0·2	−0·4	−0·7	0·5	−0·3	−0·3
8	0·5	0·4	−0·5	−0·5	−0·8	−0·7	−0·8	−0·6	−0·8	−0·8	−0·6	0·5	−0·6
9	0·6	−0·5	−0·7	−0·6	1·1	−1·1	1·1	−0·9	−1·1	−1·0	−0·8	−0·7	−0·8
10	0·7	−0·7	−0·8	−0·8	1·3	−1·3	1·5	−1·2	1·4	−1·2	−0·9	−0·8	−1·0
11	0·7	−0·8	−0·9	−1·0	−1·6	−1·6	−1·8	−1·4	1·5	1·3	−1·0	−1·0	−1·2
Mittel	15·8	13·7	17·0	20·5	24·5	26·1	28·0	27·5	25·8	23·1	19·8	16·6	21·5

Naha.

26° 13′ n. Br., 127° 41′ ö. L. v. Gr. 10 *m*. — Stündlich 5 Jahre (1900—1904).

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	1·1	1·3	-1·1	1·4	1·4	1·2	1·0	-1·0	-1·5	-1·4	1·1	1·2	-1·32
1	1·2	1·4	1·2	1·5	-1·4	1·4	-1·7	1·8	-1·6	1·6	1·2	-1·3	-1·44
2	1·3	1·5	1·3	1·6	1·5	1·4	1·8	-1·9	−1·8	1·7	1·3	-1·3	1·53
3	1·4	1·5	1·4	1·6	1·6	1·5	-1·9	2·0	−1·8	1·9	-1·4	1·3	1·61
4	1·5	1·6	1·4	1·7*	-1·6	1·6*	-2·0	-2·1*	-1·9	2·0*	1·5*	1·4	-1·69
5	1·5*	1·6*	1·5*	1·7*	-1·7*	1·5	2·1*	2·1*	-2·0*	2·0*	1·5*	1·5*	-1·72*
6	1·4	1·6	-1·4	-1·5	1·3	1·2	−1·6	1·7	-1·8	-1·9	1·4	-1·4	-1·52
7	1·3	1·4	-1·2	-0·8	-0·4	-0·4	0·4	0·5	-0·7	1·0	1·0	1·1	-0·85
8	0·5	0·3	-0·2	0·2	0·5	0·3	0·6	0·7	0·5	0·4	0·1	0·3	0·17
9	0·7	0·0	0·0	0·9	1·2	0·9	1·3	1·3	1·4	1·4	1·1	0·8	1·04
10	1·5	1·6	1·1	1·4	1·6	1·4	1·8	1·8	1·7	1·9	1·8	1·6	1·27
11	1·9	2·0	1·5	1·7	1·9	1·8	2·1	2·2	2·2	2·3	2·1	2·0	1·97
Mittag	2·1	2·2	1·8	2·0	2·1	2·0	2·3	**2·4**	**2·2**	**2·5**	**2·3**	2·1	2·17
1	**2·1**	**2·2**	**2·0**	**2·2**	**2·2**	**2·0**	**2·4**	**2·4**	2·2	2·4	**2·3**	**2·2**	2·22
2	2·0	2·1	1·9	**2·2**	2·1	1·9	2·3	2·2	2·1	2·2	2·1	2·1	2·10
3	1·8	1·9	1·6	2·0	1·8	1·8	2·1	2·1	2·0	1·9	1·7	1·8	1·87
4	1·3	1·5	1·3	1·6	1·4	1·4	1·8	1·9	1·5	1·3	1·2	1·3	1·46
5	0·7	1·0	0·9	1·0	1·0	0·9	1·3	1·4	1·0	0·7	0·5	0·7	0·92
6	0·2	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3	0·6	0·6	0·3	0·1	0·1	0·1	0·27
7	0·2	0·0	−0·2	−0·2	-0·4	0·3	-0·2	0·2	0·2	0·3	−0·4	0·3	-0·24
8	0·4	0·4	−0·4	0·6	-0·7	0·6	-0·8	0·7	0·6	-0·6	−0·6	0·5	-0·57
9	0·6	0·6	−0·6	0·8	1·0	-0·8	1·0	1·0	-0·8	-0·9	0·8	0·7	-0·80
10	0·8	0·8	−0·8	−1·0	1·2	0·9	1·2	1·2	-1·1	1·1	−0·9	0·9	0·99
11	-0·9	1·1	−1·0	−1·2	-1·3	-1·0	-1·4	-1·4	1·3	1·3	1·1	1·1	-1·17
Mittel	16·2	14·9	18·6	21·3	23·0	25·5	27·8	27·7	26·25	24·0	20·4	17·1	21·84

Zi-ka-wei.

31° 11·5′ n. Br., 121° 11′ ö. L. v. Gr. 7 *m*. (17 Jahre, stündlich.)

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	1·5	1·3	−1·9	−2·2	−2·5	−1·9	-1·7	−1·8	−1·9	−2·1	2·0	1·9	−1·9
1	-1·6	1·5	−2·1	−2·4	-2·7	−2·0	−1·8	2·0	2·1	−2·4	−2·3	−2·1	2·1
2	−1·8	−1·7	−2·4	2·5	−2·8	2·2	−1·9	−2·1	−2·2	2·5	−2·4	2·3	−2·2
3	1·9	−1·9	−2·6	−2·8	3·0	2·3	−2·0	2·3	2·4	−2·6	−2·6	−2·5	−2·4
4	2·6	−2·0	−2·6	−2·9	3·1	−2·4	-2·1	-2·4	−2·5	2·7	-2·7	−2·6	2·5
5	2·2	2·1	2·7	3·0*	3·3*	−2·5*	−2·2*	2·5*	−2·6*	−2·8*	−2·8	−2·8	−2·6*
6	2·3	−2·2*	−2·8*	−2·8	−2·6	1·9	1·7	2·1	2·3	-2·7	−2·9*	2·9*	−2·4
7	2·3	−2·1	2·3	−1·6	−1·2	−0·9	−0·9	−0·8	−1·2	−1·9	−2·7	−2·9	1·7
8	1·6	1·2	−0·8	−0·1	0·3	0·1	0·1	0·3	0·5	0·1	−0·7	−1·7	−0·4
9	0·0	0·0	0·7	1·1	1·3	1·0	0·9	1·2	1·7	1·7	1·2	0·3	0·9
10	1·4	1·3	1·8	2·1	2·3	1·7	1·6	1·9	2·4	2·8	2·6	2·1	2·0
11	2·2	2·1	2·7	2·9	3·2	2·2	2·1	2·4	3·0	3·5	3·3	3·0	2·7
Mittag	2·9	2·6	3·3	3·4	3·5	2·6	2·5	2·7	3·1	3·8	3·6	3·6	3·1
1	3·2	2·9	3·6	3·6	3·8	2·8	**2·7**	**2·9**	**3·6**	**3·9**	**3·8**	3·8	**3·4**
2	**3·2**	**3·0**	**3·7**	**3·7**	**3·8**	**3·5**	2·7	**2·9**	3·1	3·8	3·8	**3·9**	**3·4**
3	3·0	2·8	3·4	3·4	3·6	2·8	2·4	2·7	2·7	3·4	3·5	3·6	3·1
4	2·6	2·4	3·0	2·9	3·1	2·4	1·9	2·1	2·2	2·8	2·8	3·0	2·6
5	1·6	1·7	2·1	2·0	2·2	1·8	1·3	1·4	1·3	1·5	1·5	1·7	1·7
6	0·6	0·8	1·0	0·9	1·0	1·0	0·6	0·6	0·2	0·2	0·3	0·6	0·6
7	0·0	0·2	0·0	0·3	−0·3	−0·1	−0·2	−0·5	−0·6	−0·6	−0·4	0·1	−0·2
8	0·4	0·3	0·6	−0·9	−1·0	−0·7	−0·7	−1·0	−1·1	1·1	−1·0	−0·7	−0·8
9	−0·8	−0·6	-1·0	−1·4	−1·6	−1·1	−1·1	1·4	−1·2	1·5	-1·3	−1·0	1·2
10	-1·0	−0·8	−1·4	1·7	−1·9	1·3	−1·3	−1·5	−1·4	1·8	−1·6	−1·4	−1·4
11	1·3	−1·0	−1·6	−1·9	−2·1	−1·6	-1·5	-1·7	1·6	−2·0	−1·9	-1·7	-1·7
Mittel	2·7	3·8	8·1	13·4	18·5	22·4	20·4	20·3	22·5	17·5	10·9	5·4	14·8

Tokyo.

35° 41′ n. Br., 139° 45′ ö. L. v. Gr. 21 *m*. — 10 Jahre, 1891—1900, stündlich.

Ortszeit	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Boden-oberfl.
Mittern. 19	1·9	1·7	1·0	1·7	1·9	1·7	1·8	2·0	−1·7	1·9	−1·9	2·0	1·8	2·0
1 19	2·1	2·1	−2·0	−2·2	−2·4	2·1	2·1	−2·2	1·7	−2·0	2·1	2·3	2·1	−2·8
2 19	2·3	2·4	2·4	−2·5	−2·8	2·3	2·3	2·4	1·9	2·3	−2·4	−2·6	−2·4	−3·1
3 19	2·5	2·6	−2·7	2·9	3·1	−2·6	2·5	2·6	−2·1	2·5	2·7	2·8	2·6	−3·4
4 19	2·8	2·9	3·0	−3·1	3·4	2·8	2·7	−2·8	2·3	−2·7	−3·0	−3·1	2·6	−3·6
5 19	3·1	3·1	3·3	3·4*	3·6*	2·8*	2·8*	−3·0*	2·4*	−2·8	3·3	3·3	3·1*	−3·7*
6 19	3·3	3·3*	3·4*	−3·2	2·5	2·1	2·2	−2·0	−2·3	3·0*	−3·5*	−3·6*	−2·9	−3·6
7 19	−3·4*	3·2	2·7	−2·1	1·5	1·1	1·1	1·0	1·5	2·3	3·1	3·6	−2·2	−2·9
8 19	2·1	−1·0	1·3	−0·7	0·1	0·0	0·0	0·3	−0·4	1·0	−1·4	2·1	−0·9	−1·0
9 19	0·1	−0·1	0·0	0·7	1·2	0·9	1·0	0·9	0·7	0·3	0·3	0·0	0·5	0·2
10 19	1·4	1·2	1·1	1·8	2·0	1·7	1·8	1·9	1·5	1·5	1·9	1·8	1·7	2·6
11 19	2·0	2·3	2·1	2·5	2·0	2·2	2·3	2·5	2·1	2·5	3·0	3·0	2·5	4·6
Mittag 19	3·4	3·2	2·8	3·1	3·1	2·7	2·8	3·0	2·0	3·2	3·8	4·0	3·2	5·3
1 19	4·1	3·8	3·3	3·5	3·5	3·0	3·1	3·4	2·9	3·0	4·3	4·8	3·6	**6·1**
2 19	**4·4**	**4·1**	**3·6**	**3·6**	**3·6**	**3·1**	**3·2**	**3·4**	**3·0**	**3·7**	**4·5**	**5·1**	**3·8**	5·9
3 19	4·3	4·0	3·0	3·5	3·4	2·9	3·0	3·2	2·8	3·5	4·2	4·7	3·6	5·1
4 19	3·5	3·5	3·2	3·0	2·9	2·5	2·0	2·7	2·3	2·8	3·1	3·5	3·0	3·4
5 19	2·1	2·5	2·4	2·3	2·2	1·8	1·9	[illegible]	1·4	1·5	1·5	1·8	2·0	1·9
6 19	1·1	1·3	1·4	1·3	1·2	1·0	1·0	0·7	0·4	0·6	0·8	0·9	1·0	0·5
7 19	0·4	0·0	0·7	0·5	0·3	0·1	0·1	−0·2	0·1	0·1	0·2	0·4	0·3	−0·4
8 19	−0·1	0·0	0·1	0·0	0·3	0·5	0·5	0·7	0·5	−0·4	0·4	−0·1	0·3	1·1
9 19	0·7	−0·5	0·3	−0·5	−0·7	0·8	0·9	−1·1	0·9	0·9	0·8	0·7	−0·7	1·5
10 19	−1·2	−1·0	−0·8	1·0	1·1	−1·2	1·3	1·4	1·2	−1·2	−1·2	1·2	1·1	2·0
11 19	−1·6	1·4	1·2	−1·3	1·5	1·4	−1·5	1·7	1·5	−1·0	1·5	1·5	1·5	2·3
Mittel	2·9	3·6	6·7	12·5	17·0	20·6	24·35	26·0	22·2	15·9	10·3	5·15	13·6	15·6

Alice Springs.

23° 38′ s. Br., 133° 37′ ö. L. v. Gr. 587 *m*. 3stündig 1881—1890 graphisch interpoliert.

Ortszeit	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	−3·5	−3·2	−3·2	−3·2	−3·4	−3·3	−3·7	−4·0	−4·1	−4·1	−4·1	−3·5	−3·63
1	−4·5	−4·2	−4·2	−4·1	−4·1	−4·6	−4·6	−5·0	−5·0	−5·1	−5·0	−4·5	−4·53
2	−5·4	−5·2	−5·2	−4·9	−4·8	−4·6	−5·4	−5·8	−5·9	−6·0	−5·8	−5·4	−5·37
3	−6·1	−6·0	−6·0	−5·6	−5·4	−5·2	−6·1	−6·5	−6·7	−6·6	−6·5	−6·2	−6·08
4	−6·7	−6·7	−6·6	−6·3	−5·9	−5·6	−6·6	−7·0	−7·2	−7·1	−7·0	−6·8	−6·65
5	−7·3*	−7·3	−7·5	−6·8	−6·4	−6·0	−7·1	−7·4	−7·7	−7·5	−7·5*	−7·3*	−7·15
6	−7·2	−7·5*	−7·7*	−7·2*	−6·8*	−6·3*	−7·4*	−7·8*	−8·0*	−7·7*	−7·2	−6·9	−7·31*
7	−4·5	−5·0	−5·0	−5·6	−6·2	−6·1	−6·9	−6·8	−6·0	−5·2	−4·6	−3·8	−5·48
8	−1·6	−2·9	−2·4	−2·6	−2·9	−3·4	−3·5	−3·6	−2·2	−1·0	−1·1	−0·8	−2·33
9	1·1	0·9	0·7	0·5	0·3	0·3	0·2	0·0	1·1	1·0	1·8	1·7	0·82
10	2·9	2·6	2·5	2·4	2·4	2·3	2·4	2·6	3·1	3·4	3·4	3·4	2·78
11	4·5	4·2	4·3	4·2	4·3	4·3	4·5	4·7	4·9	5·0	4·8	4·6	4·53
Mittag	5·5	5·3	5·5	5·6	5·9	5·8	6·4	6·5	6·3	6·3	6·0	5·6	[illegible]
1	6·1	6·0	6·3	6·4	7·0	6·6	7·6	7·8	7·4	7·3	7·2	6·2	6·85
2	**6·3**	**6·2**	**6·5**	**6·6**	**7·2**	**7·9**	**8·0**	**8·1**	**7·8**	**7·5**	**7·4**	**6·4**	**7·16**
3	6·6	6·1	6·4	6·3	6·7	6·6	7·6	7·7	7·5	7·1	6·6	6·0	6·77
4	5·5	5·6	5·6	5·6	5·9	5·9	6·8	6·9	6·8	6·3	6·0	5·4	6·03
5	5·0	5·0	5·0	4·8	4·8	4·6	5·7	5·8	5·8	5·3	5·0	4·5	5·13
6	4·0	4·1	4·0	3·9	3·4	3·6	4·2	4·4	4·4	4·0	3·7	[illegible]	[illegible]
7	2·7	3·0	2·6	2·5	1·9	1·6	2·3	2·5	2·5	2·3	2·1	2·4	2·12
8	1·1	1·8	1·6	1·1	0·6	0·3	0·7	0·8	0·9	0·6	0·7	0·9	0·95
9	−0·2	0·3	0·2	−0·3	0·7	−0·9	0·7	−0·7	0·6	0·7	−0·8	0·5	0·17
10	−1·4	−1·0	−1·1	1·3	1·6	1·8	1·8	1·8	1·8	1·9	2·0	1·6	[illegible]
11	−2·5	−2·1	−2·2	2·3	−2·6	−2·6	2·8	3·0	3·0	3·1	3·1	−2·6	−2·60
Mittel	29·8	28·5	25·5	20·3	15·9	12·2	11·6	15·2	19·2	23·0	26·5	28·2	[illegible]

Herbertshöhe.

4° 21′ s. Br., 152° 17′ ö. L. v. Gr. 60 *m.* — 1³/₄ Jahre stündlich.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht	1·7	1·6	−1·7	1·7	1·7	1·6	1·5	1·5	1·7	1·8	1·7	−1·7	−1·64
1	1·9	1·8	−1·8	1·9	1·8	1·7	1·6	1·7	1·8	1·9	−1·9	−1·9	1·81
2	2·0	1·9	1·9	2·0	1·9	−1·8	1·7	1·8	1·9	2·0	2·0	−2·0	−1·91
3	2·1	2·0	2·1	2·2	−2·2	2·0	1·9	1·9	2·1	2·1	−2·1	2·2	−2·08
4	2·2	2·1	2·2	2·3	2·3	2·1	2·0	2·0	2·2	2·3	2·3	2·3	2·19
5	2·3*	2·2*	2·3*	2·4*	2·3*	2·2*	2·1*	2·2*	2·3*	−2·4*	−2·4*	−2·4*	−2·29*
6	2·2	2·1	2·3	2·4	2·3	2·1	2·0	2·2	2·3	2·4	2·2	−2·2	2·22
7	1·5	1·6	1·5	1·4	1·2	1·1	1·3	1·4	1·3	1·3	−1·2	−1·2	1·33
8	0·5	0·4	0·6	0·6	0·5	0·3	0·1	0·2	0·3	0·6	0·8	0·8	0·48
9	1·6	1·6	1·8	1·9	1·7	1·4	1·3	1·5	1·7	1·9	2·0	1·8	1·68
10	2·1	2·2	2·3	2·3	2·3	2·1	2·0	2·1	2·4	2·6	2·7	2·4	2·30
11	2·6	2·6	2·7	2·8	2·7	2·9	2·5	2·5	2·8	3·1	3·1	2·8	2·73
Mittag	2·8	2·8	**2·9**	**3·0**	3·0	2·8	2·7	2·8	3·0	**3·2**	**3·2**	2·9	2·93
1	**2·9**	**2·8**	**2·9**	3·0	**3·1**	**2·9**	**2·8**	**2·8**	**3·0**	3·2	3·2	**3·0**	**2·97**
2	2·9	2·7	2·7	2·7	2·8	2·6	2·6	2·7	2·9	2·9	2·8	2·9	2·77
3	2·3	2·3	2·3	2·2	2·2	2·2	2·2	2·3	2·4	2·5	2·2	2·2	2·28
4	1·8	1·8	1·8	1·7	1·7	1·7	1·7	1·6	1·7	1·6	1·6	1·6	1·70
5	1·2	1·3	1·2	1·1	1·0	0·9	0·9	0·8	0·9	0·8	0·7	0·9	0·97
6	0·3	0·3	0·2	0·1	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·1	0·3	0·0	0·04
7	−0·6	0·6	−0·6	0·6	0·6	0·5	0·6	0·6	0·7	−0·7	−0·8	0·9	0·63
8	−0·9	1·0	−0·9	0·9	0·9	−0·8	0·8	0·9	1·0	−1·0	−1·0	−0·9	−0·92
9	1·1	1·1	−1·2	1·1	1·1	−1·0	1·0	1·0	−1·1	−1·2	−1·2	1·2	1·11
10	1·3	1·3	1·4	1·3	1·3	−1·2	1·2	1·2	1·3	1·4	1·4	−1·3	−1·30
11	1·5	1·5	1·5	1·6	1·5	1·4	1·3	1·3	1·5	−1·6	1·5	−1·5	−1·47
Mittel	26·1	25·8	25·9	25·8	26·0	25·5	25·2	25·2	25·5	25·8	26·0	26·0	25·73

San Juan de Porto Rico.[1]

18° 29′ n. Br., 66° 7′ w. L. v. Gr. 5 *m.* — 6 Jahre, 1899—1904 inklusive stündlich.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mitternacht 30	−1·4	−1·6	−1·4	−1·6	1·7	1·4	1·3	1·2	1·5	1·5	1·5	1·5	−1·5
1h 30	−1·6	−1·8	−1·8	1·9	−2·0	1·7	−1·6	−1·6	−1·8	−1·8	1·7	1·6	−1·8
2 30	−1·8	−2·1	−2·0	−2·2	−2·2	−1·8	−1·8	−1·7	−2·0	−1·9	−1·9	−1·8	−2·0
3 30	1·9	−2·2	−2·2	−2·4	−2·3	−2·0	−1·9	−1·9	−2·1	−2·1	−2·0	−2·0	−2·2
4 30	−2·0	−2·4	2·3	−2·5	−2·5	−2·2*	−2·1*	−2·1	2·3*	−2·3*	−2·2	−2·1	−2·3
5 30	2·2*	2·5*	−2·4*	−2·6*	−2·6*	−2·2	−2·1	−2·2*	−2·3*	−2·2	−2·3*	−2·2*	−2·4*
6 30	−2·0	2·5	−2·4	−2·2	−1·9	1·7	−1·7	−1·9	−2·0	−2·1	−2·1	−2·0	−2·2
7 30	−1·4	1·6	−1·2	0·9	−0·5	0·5	−0·6	−0·8	−0·8	−0·8	−1·0	−1·4	1·0
8 30	−0·4	−0·2	0·2	0·6	0·8	0·8	0·5	0·4	0·4	0·4	0·0	−0·4	0·2
9 30	1·0	1·4	1·5	1·6	1·8	1·7	1·3	1·3	1·8	2·0	1·7	1·6	1·5
10 30	2·0	2·1	2·1	2·0	2·1	1·9	1·8	1·8	2·2	2·4	2·2	2·2	2·0
11 30	2·5	2·4	2·3	2·3	2·4	2·2	2·0	2·0	2·5	2·5	2·4	2·4	2·3
Mittag 30	**2·6**	2·5	2·6	2·5	**2·5**	2·3	**2·1**	2·1	**2·5**	**2·6**	**2·6**	2·5	**2·4**
1h 30	2·5	**2·7**	**2·6**	**2·6**	2·5	**2·4**	2·1	**2·2**	2·3	2·5	**2·6**	**2·6**	2·4
2 30	2·0	2·7	2·4	2·3	2·2	2·3	1·9	1·9	2·1	2·1	2·4	2·3	2·2
3 30	2·1	2·4	2·1	2·1	1·9	1·8	1·6	1·5	1·7	1·8	1·8	2·0	1·8
4 30	1·6	2·0	1·7	1·6	1·5	1·4	1·3	1·2	1·3	1·5	1·4	1·5	1·5
5 30	1·0	1·3	1·0	1·0	1·0	0·9	0·8	0·8	0·7	0·7	0·6	0·8	0·8
6 30	0·4	0·5	0·4	0·3	0·3	0·3	0·3	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2
7 30	0·1	0·0	0·0	−0·1	−0·2	−0·3	−0·1	−0·2	0·2	0·2	0·0	0·0	−0·2
8 30	−0·2	−0·2	−0·2	0·3	0·5	−0·5	−0·3	0·3	−0·3	−0·4	−0·3	−0·2	0·4
9 30	−0·6	−0·7	0·5	−0·7	−0·8	−0·8	−0·6	−0·6	−0·6	−0·8	−0·7	−0·6	0·7
10 30	−0·9	−1·0	−0·9	1·0	−1·2	1·0	−0·7	−0·8	−1·0	−1·0	−1·0	1·0	−1·0
11 30	−1·2	1·4	−1·2	−1·3	−1·4	−1·2	−1·0	−1·0	1·3	−1·3	−1·3	1·3	1·3
Mittel	24·1	24·3	24·1	25·0	25·9	26·4	26·7	26·9	26·7	26·1	25·6	24·7	25·6
Mittl. Ordinate	1·47	1·68	1·56	1·61	1·61	1·56	1·27	1·32	1·50	1·58	1·50	1·51	1·44

[1] Vergleiche: Täglicher Gang der Temperatur in der äußeren Tropenzone, II, 5, p. 44 (360) u. p. 52 (368).

Die wichtigsten Elemente des täglichen Ganges der Temperatur.

Bombay.

18°54′ n. Br., 72°49′ ö. L. v. Gr. 10 *m*.

	Periodische Extreme		Amplitude		Korrektion des Mittels der Extreme		Bewölk.	Regenmenge	Regentage	Eintrittszeiten der täglichen Extreme und der Tagesmittel			
										Min.	Max.	Mittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.				am.	pm.	vorm.	abends
Janner . . .	−2·0	3·3	5·0	8·2	−0·37	−0·4	1·1	3	0·5	6·5	2·2	9·0	8·5
Febr.	−2·6	3·1	5·7	7·7	−0·25	−0·5	1·0	0	0·5	6·5	2·0	9·2	8·3
März . . .	−2·3	2·5	4·8	6·8	−0·10	0·0	1·5	0	0·5	5·7	2·0	8·7	7·0
April	−2·1	2·3	4·4	6·0	−0·10	−0·6	1·8	1	0·4	5·5	1·8	8·1	6·0
Mai	−1·7	2·1	3·8	5·6	−0·20	−0·6	3·1	29	2·2	5·6	1·8	8·0	6·4
Juni	−1·1	1·3	2·4	4·5	−0·10	−0·7	7·3	512	21·2	5·6	1·5	8·4	6·0
Juli	−0·7	0·9	1·6	3·8	−0·10	−0·8	9·0	644	29·0	5·6	1·5	8·4	6·3
Aug.	−0·8	1·1	1·9	3·9	−0·15	−0·6	8·7	301	27·0	5·5	1·5	8·5	6·3
Sept.	−1·2	1·4	2·6	4·4	−0·10	−0·6	7·3	290	20·3	5·7	2·0	8·6	6·3
Okt.	−2·0	2·5	4·5	6·1	−0·25	−0·7	3·7	59	5·1	5·7	1·8	8·9	7·5
Nov.	−2·4	3·2	5·6	7·6	−0·40	−0·4	1·7	8	1·5	5·8	1·5	9·3	8·0
Dez.	−2·5	3·6	6·1	8·2	−0·55	−0·4	1·8	1	0·3	6·3	1·9	9·6	8·2
Jahr	−1·8	2·3	4·1	6·1	−0·22	−0·66	4·0	1914	108·5	5·7	1·8	8·8	7·2

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	222·9	225·8	232·4	238·8	243·4	238·5	243·9	241·2	236·3	233·3	230·5	226·4	232·4
A_2	50·0	66·4	72·4	80·8	75·6	70·2	74·1	69·9	69·2	65·1	66·8	49·5	63·9
a_1	2·63	2·54	2·17	2·01	1·81	1·13	0·72	0·83	1·16	2·04	2·51	2·66	1·84
a_2	0·88	0·85	0·70	0·58	0·50	0·36	0·20	0·32	0·39	0·66	0·87	0·93	0·66

	A_1	A_2	a_1	a_2
Trockenes Halbjahr (Okt.—März) . .	228·2	58·9	2·43	0·81
Naßes Halbjahr (April—Sept.)	240·2	74·1	1·78	0·40

Calcutta (Alipore).

22° 32′ s. Br., 88° 20′ ö. L. v. Gr. 21·4 *m*.

	Mittlere tägl. period. Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt. der Mitteln der Extreme		Bewölk.	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. am Morgen	Max. am Abend	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	−4·2	5·6	9·8	11·9	−0·70	−0·56	0·8	6·6	3·2	9·3	7·0
Febr.	−4·2	5·6	9·8	12·2	−0·70	−0·50	1·8	6·6	3·5	9·3	7·8
März	−3·9	5·3	9·2	11·4	−0·70	−0·50	1·9	8·8	3·2	9·2	7·7
April	−3·7	5·1	8·8	10·9	−0·70	0·40	2·5	5·6	2·8	8·6	7·2
Mai	−3·0	3·9	6·9	9·1	−0·45	0·17	4·4	5·0	2·3	8·3	7·1
Juni	−2·1	2·5	4·6	6·9	−0·20	0·17	6·9	5·0	1·5	8·1	7·0
Juli	−1·5	1·7	3·2	5·2	−0·10	−0·17	8·4	5·5	1·4	8·2	7·0
Aug.	−1·4	1·7	3·1	5·1	−0·15	−0·17	8·3	5·6	1·2	8·2	6·9
Sept.	−1·5	1·8	3·3	5·3	−0·15	−0·17	7·1	5·6	1·7	8·1	6·6
Okt.	−2·2	2·8	5·0	6·9	−0·30	0·28	3·7	5·6	2·5	8·3	6·6
Nov.	3·1	4·2	7·3	9·3	0·55	−0·33	1·8	5·8	2·5	8·6	6·9
Dez.	−3·7	5·0	8·7	11·3	−0·05	−0·56	1·1	6·5	2·9	9·2	7·1
Jahr	−2·9	3·7	6·6	8·8	−0·45	0·30	4·0	5·8	2·4	8·6	7·1

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	226·1	224·4	226·5	233·7	240·1	242·9	239·0	242·3	243·9	241·3	235·5	230·4	233·3
A_2	35·0	33·3	37·9	44·4	58·3	71·9	78·7	78·7	75·0	62·1	50·8	39·8	49·1
a_1	4·46	4·5[illegible]	4·30	4·18	3·40	2·27	1·57	1·47	1·60	2·38	3·96	3·30	3·10
a_2	1·35	1·12	1·05	1·00	0·72	0·54	0·37	0·42	0·44	0·67	1·06	1·28	0·82

	A_1	A_2	a_1	a_2
Trockenes Halbjahr (Okt.—März)	230·7	40·5	3·84	1·09
Naßes Halbjahr (Mai — Sept.)	243·1	67·9	2·42	0·59

Trichinopoly.

10° 50′ n. Br., 78° 41′ ö. L. v. Gr. 77 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. morg.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	4·4	5·3	9·7	11·1	−0·45	0·56	3·3	5·0	3·2	8·8	7·8
Febr.	5·7	6·8	12·5	13·8	0·55	−0·61	2·4	5·0	3·3	9·1	8·3
März	5·6	6·6	12·2	13·5	0·50	0·78	3·0	5·6	3·3	9·2	8·3
April	5·1	6·1	11·2	12·8	0·50	0·83	3·7	5·6	3·0	9·2	8·0
Mai	−4·5	6·2	10·7	11·8	0·85	−1·28	4·8	5·6	2·0	9·1	7·3
Juni	3·9	5·2	9·1	10·8	−0·05	−1·00	6·1	5·7	2·4	9·0	7·6
Juli	−4·0	5·3	9·3	10·7	0·05	1·06	6·8	5·0	2·4	9·2	7·7
Aug.	4·0	5·6	9·6	10·9	−0·80	1·22	7·0	5·0	2·7	9·2	7·3
Sept.	4·3	5·7	10·0	11·3	−0·70	1·17	6·2	5·7	2·2	8·9	7·6
Okt.	−3·0	3·7	6·7	8·2	−0·35	0·80	7·3	5·7	2·1	8·7	7·4
Nov.	3·0	3·4	6·4	7·9	−0·20	0·61	6·1	5·7	2·0	8·4	7·4
Dez.	−2·8	3·1	5·9	7·7	−0·15	−0·50	6·4	5·9	1·5	8·7	7·4
Jahr	−4·2	5·2	9·4	10·9	−0·50	−0·88	5·3	5·7	2·6	9·0	7·7

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	4·0	4·1	4·5	5·5	5·4	6·0	5·8	**6·1**	**6·1**	5·8	4·2	3·9	5·09
März—Mai	3·1	2·9	3·2	4·1	3·9	4·2	4·1	4·5	4·6	**4·7**	3·6	3·3	3·85
Juni—Sept.	6·4	6·4	6·3	**7·1**	7·0	6·6	5·9	6·2	6·4	**7·0**	6·5	6·4	6·51

Die Konstanten des täglichen Ganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	227·8	224·0	222·6	224·5	230·0	230·8	229·4	229·9	231·0	232·8	230·3	232·6	228·7
A_2	47·9	41·9	40·8	47·0	44·5	47·1	40·0	39·5	52·4	65·1	77·0	71·8	50·5
a_1	4·54	5·00	5·71	5·08	4·87	4·25	4·39	4·45	4·58	3·00	2·94	2·68	4·35
a_2	1·02	1·03	1·02	1·19	1·34	1·10	1·14	1·27	1·23	0·92	0·84	0·85	1·07

Bellary.

15° 9′ n. Br., 76° 57′ ö. L. v. Gr. 450 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. morg.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	6·3	7·2	13·5	15·1	−0·45	0·50	1·2	0·0	3·2	9·2	8·3
Febr.	−7·1	7·4	14·5	16·4	−0·15	−0·11	0·0	0·0	3·3	9·1	8·4
März	−6·6	7·1	13·7	15·6	−0·25	−0·33	2·0	5·9	3·0	9·1	8·4
April	−5·9	6·4	12·3	14·5	−0·25	0·01	3·0	5·0	3·1	9·2	8·6
Mai	−5·0	5·9	11·5	13·0	−0·15	−0·50	4·1	5·6	2·9	9·3	8·5
Juni	−3·7	4·8	8·5	10·3	−0·55	−0·94	7·2	5·0	2·7	9·2	8·0
Juli	−3·0	4·3	7·3	8·8	0·65	1·06	8·2	5·1	2·1	9·1	7·4
Aug.	3·5	4·6	8·1	9·0	0·55	−0·89	7·3	5·3	2·6	9·0	7·6
Sept.	−3·7	4·5	8·2	10·1	−0·40	−0·83	7·2	5·6	2·4	9·0	7·8
Okt.	−4·2	4·5	8·7	10·8	−0·15	−0·72	5·5	5·6	2·6	8·9	7·7
Nov.	4·8	5·4	10·2	11·6	0·30	0·50	3·5	5·7	2·7	8·9	7·8
Dez.	5·6	6·2	11·8	13·2	−0·30	−0·44	3·7	5·7	2·8	8·9	8·1
Jahr	−4·0	5·7	10·6	12·5	−0·35	0·62	4·5	5·05	2·8	9·1	8·05

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	2·16	1·98	2·14	2·50	2·66	3·30	3·88	4·04	4·00	3·26	2·52	2·26	2·90
März—Mai	2·87	2·83	2·43	2·00	2·73	2·23	2·70	4·20	4·80	4·43	3·53	3·30	3·23
Juni—Sept.	6·93	6·75	6·83	7·20	7·15	7·48	8·30	8·55	8·45	8·20	7·15	7·03	7·47

Die Konstanten des täglichen Ganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	222·0	221·1	222·0	221·0	219·5	227·3	234·1	229·7	227·9	231·3	228·8	226·6	225·1
A_2	40·1	46·2	51·3	49·4	50·1	43·7	52·3	48·8	56·9	68·9	58·4	57·5	52·6
a_1	6·30	6·06	6·33	5·70	5·31	4·07	3·33	3·73	3·76	4·02	4·79	5·45	4·94
a_2	1·39	1·48	1·37	1·22	0·98	0·87	0·93	0·88	0·97	1·05	1·16	1·31	1·12

Belgaum.

15°52′ n. Br., 74° 42′ ö. L. v. Gr. 769 *m*.

	Mittl. tägl. Periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. morg.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm	Tagesmittel abd
Jänner	−6·2	7·2	13·4	14·3	−0·50	0·39	1·17	5·9	3·0	8·7	7·0
Febr.	−6·6	7·8	14·4	16·0	−0·66	−0·61	0·87	5·8	2·9	8·6	7·1
März	−6·3	8·0	14·3	16·3	−0·85	−0·89	1·35	5·6	2·5	8·4	6·8
April	−5·8	8·4	14·2	15·9	−1·30	−1·44	2·48	5·5	1·5	8·4	6·5
Mai	−5·1	7·0	12·1	14·2	−0·95	−1·44	3·13	4·8	1·3	8·2	6·5
Juni	−2·2	3·4	5·6	7·2	−0·66	0·04	7·29	4·9	1·0	8·2	6·0
Juli	−2·2	2·2	4·4	5·3	0·00	−0·07	8·79	4·6	0·8	8·0	5·5
Aug.	−1·6	2·5	4·1	5·6	−0·45	0·83	7·02	4·5	1·3	8·2	6·0
Sept.	−2·3	3·4	5·7	7·4	−0·55	0·94	6·73	5·5	1·0	8·2	5·9
Okt.	−3·3	4·4	7·7	9·3	0·55	0·67	4·95	5·3	1·8	8·1	6·3
Nov.	−4·7	5·4	10·1	11·4	−0·35	−0·39	2·87	5·6	2·4	8·4	7·0
Dez.	−5·2	5·9	11·1	12·4	−0·35	0·33	1·75	5·8	2·8	8·6	7·4
Jahr	−4·3	5·5	9·8	11·3	−0·58	−0·80	4·11	5·3	1·9	8·3	6·55

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·7	1·6	1·5	2·1	2·3	2·7	2·9	**3·1**	2·9	2·7	1·9	1·9	2·28
März—Mai	2·2	2·0	2·0	2·7	1·8	1·8	2·5	**4·1**	3·8	2·5	1·6	1·7	2·36
Juni—Sept.	7·1	6·9	7·5	8·0	8·1	**8·4**	**8·4**	8·3	8·3	8·1	7·0	7·0	7·79

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	229·4	234·3	238·6	243·6	244·5	249·6	255·5	248·4	248·3	244·9	235·5	232·4	239·8
A_2	55·7	58·6	62·5	68·1	73·2	71·2	82·8	67·8	76·3	74·3	67·7	61·5	67·6
a_1	6·18	7·03	6·94	6·70	5·83	2·60	1·53	1·63	2·67	3·70	4·64	5·18	4·50
a_2	1·61	1·82	1·93	2·14	1·71	0·90	0·67	0·63	0·90	1·09	1·30	1·30	1·32

Rangoon.

16° 46′ n. Br., 96° 12′ ö. L. v. Gr. 13 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod	period.	aperiod.		Min. morgs.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	−5·8	7·0	13·4	13·9	0·90	1·11	1·9	6·1	2·5	9·1	7·5
Febr.	−6·6	8·4	15·0	15·5	−0·90	−1·17	1·1	6·0	2·3	9·5	7·7
März	−5·5	7·9	13·4	14·3	−1·20	1·50	1·7	5·7	2·0	9·4	7·8
April	−4·6	6·2	10·8	12·2	−0·80	1·33	2·6	5·6	1·7	8·9	7·9
Mai	−2·8	3·4	6·2	8·4	−0·30	1·33	5·6	5·0	0·9	8·3	6·7
Juni	−1·5	2·2	3·7	5·3	−0·35	1·11	7·9	4·6	0·7	7·9	6·6
Juli	−1·4	2·3	3·7	5·3	−0·45	1·00	8·4	4·4	0·7	8·1	5·5
Aug.	−1·2	1·7	2·9	4·9	−0·25	0·94	8·2	5·2	0·0	8·2	5·8
Sept.	−1·6	2·2	3·8	5·3	0·30	−0·94	7·8	5·5	1·7	8·2	5·9
Okt.	−2·4	3·3	5·7	6·9	0·45	−0·94	4·7	5·6	2·3	8·5	6·5
Nov.	−3·0	4·2	7·2	8·6	0·60	0·94	3·7	5·7	1·8	8·6	6·5
Dec.	−4·7	5·9	10·6	11·3	0·60	0·94	2·1	5·8	2·0	8·9	7·2
Jahr	−3·3	4·5	7·8	9·3	0·59	−1·10	4·6	5·5	1·55	8·6	6·8

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·6	1·6	2·0	3·2	3·3	3·2	3·3	**3·8**	3·6	3·3	1·8	1·6	2·76
März—Mai	1·8	2·1	2·0	3·6	4·0	3·9	4·2	4·7	**4·8**	4·4	2·3	1·8	3·27
Juni—Sept.	7·2	7·3	7·4	8·6	8·4	8·7	**8·8**	8·7	8·7	8·7	7·6	7·3	8·07

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	229·8	225·2	228·2	233·8	241·6	248·2	250·8	250·3	247·3	236·6	240·6	233·6	234·7
A_2	46·8	46·6	50·1	63·0	80·9	85·8	79·5	81·8	73·9	63·4	58·7	58·1	66·6
a_1	6·22	6·80	6·18	4·92	2·83	1·68	1·62	1·28	1·73	2·71	3·36	4·89	3·69
a_2	1·85	2·21	1·85	1·49	0·91	0·61	0·70	0·50	0·66	0·83	1·19	1·61	1·15

Poona.

18° 28′ n. Br., 74° 10′ ö. L. v. Gr. 561 *m.*

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion des Mittels der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. vorm.	Max. nachm.	Tagesmittel morgs.	Tagesmittel abds.
Jänner	8·0	8·1	16·1	17·7	0·05	0·17	1·22	6·4	3·1	9·2	8·7
Febr.	8·3	8·4	16·7	18·7	−0·05	−0·17	0·71	6·0	3·3	9·2	8·7
März	8·3	8·4	16·7	18·6	0·05	−0·39	1·73	5·7	3·3	9·0	8·3
April	7·4	8·1	15·5	18·1	−0·35	1·00	1·62	5·4	2·1	8·6	7·7
Mai	−6·4	7·2	13·6	15·6	0·40	−1·00	1·77	4·9	2·6	8·4	7·3
Juni	−3·0	4·3	7·3	9·4	−0·05	−1·22	6·41	4·8	1·4	8·2	6·5
Juli	−1·8	2·7	4·5	6·2	0·45	0·94	8·09	4·6	1·0	8·0	6·0
Aug.	2·1	3·1	5·2	7·3	0·50	−1·10	8·35	5·6	0·8	8·0	6·4
Sept.	−2·6	3·8	6·4	8·4	−0·60	1·17	7·02	5·6	1·1	8·1	6·3
Okt.	4·8	5·6	10·4	11·7	0·40	−0·72	4·30	5·8	2·1	8·5	7·5
Nov.	6·5	6·4	12·9	14·4	+0·05	0·17	2·47	5·7	2·6	8·7	8·3
Dez.	7·5	7·4	14·9	16·5	+0·05	−0·11	1·72	5·9	3·2	8·9	8·0
Jahr	5·6	6·1	11·7	13·5	−0·20	0·08	3·80	5·5	2·2	8·0	7·5

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	2·3	1·9	1·6*	2·1	2·4	2·7	2·8	3·1	**3·4**	2·9	2·1	2·1	2·44
März—Mai	1·1*	1·2	1·1	1·8	1·6	1·9	2·2	3·1	**3·3**	2·7	1·3	1·1	1·87
Juni—Sept.	7·7	7·2*	7·2	7·8	7·6	**8·4**	8·0	8·2	**8·2**	8·0	7·4	7·5	7·78

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	219·6	219·7	224·1	233·7	237·0	244·9	249·1	248·0	245·1	235·2	227·6	223·6	235·2
A_2	56·8	55·8	66·6	75·5	77·4	71·1	78·9	74·6	71·5	68·6	73·9	69·2	67·8
a_1	7·71	7·80	7·94	7·36	6·52	3·40	2·07	2·56	2·81	4·84	6·17	7·39	5·48
a_2	1·78	1·87	1·73	1·80	1·49	0·99	0·69	0·77	0·99	1·22	1·38	1·46	1·34

Cuttack.

20° 29′ n. Br., 85° 54′ ö. L. v. Gr. 24 *m.* — Ostküste Vorderindiens, zirka 90 *km* von der Küste.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	apriod.		Min. am.	Max. pm	Tagesmittel am.	Tagesmittel pm.
Jänner	5·4	6·9	12·3	13·8	−0·75	1·11	1·2	6·6	2·9	9·3	7·6
Febr.	−5·2	6·8	12·0	14·0	0·80	−1·17	2·0	6·2	2·9	9·4	7·4
März	−4·9	7·2	12·1	13·8	1·15	−1·28	2·4	5·9	2·6	9·4	7·3
April	4·5	7·1	11·6	13·6	1·30	1·50	2·6	5·5	2·1	9·0	6·8
Mai	−3·7	5·8	9·5	11·8	1·05	−1·28	4·3	4·9	2·1	8·8	6·7
Juni	−2·3	3·3	5·6	8·3	−0·50	0·78	6·2	4·1	1·8	8·6	6·9
Juli	−2·0	2·6	4·6	6·3	−0·30	0·67	6·9	4·9	1·6	8·4	6·7
Aug.	−1·8	2·3	4·1	6·2	0·25	−0·72	6·5	4·9	0·3	8·3	6·7
Sept.	−1·9	2·3	4·2	6·7	0·20	0·67	5·9	5·1	1·0	8·2	6·8
Okt.	−3·2	3·9	7·1	8·4	0·35	0·01	3·4	5·6	1·8	8·6	6·9
Nov.	−4·6	5·7	10·3	10·8	0·45	−0·78	1·9	5·8	2·2	8·8	7·1
Dez.	−5·0	6·2	11·2	13·3	−0·60	1·00	1·8	6·0	2·5	9·0	7·3
Jahr	3·7	5·0	8·7	10·2	0·64	0·96	3·8	5·5	2·3	8·8	7·0

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·5	1·5	1·5	1·8	2·3	2·3	2·5	2·9	**3·0**	2·6	1·7	1·4*	2·06
März—Mai	3·2	3·3	3·2	**3·7**	3·4	2·3	2·2*	2·7	3·4	**3·5**	2·8	3·1*	3·10
Juni—Sept.	5·4*	5·5	5·8	6·2	6·3	7·0	7·3	7·4	**7·7**	7·1	6·0	5·4*	6·38

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	226·2	225·5	228·5	236·7	239·1	240·0	241·5	242·9	243·4	236·2	233·4	231·0	233·2
A_2	42·8	38·4	38·5	47·1	52·8	59·1	70·8	81·4	82·7	70·6	62·7	55·9	53·2
a_1	5·67	5·58	5·43	5·35	4·42	2·71	2·18	1·93	1·99	3·29	4·72	5·15	3·45
a_2	1·73	1·64	1·80	1·81	1·30	0·76	0·66	0·59	0·57	1·04	1·49	1·56	1·21

Nagpur.

21° 9′ n. Br., 79° 11′ ö. L. v. Gr. 312 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abds.
Jänn.	−6·8	7·6	14·4	15·3	−0·40	0·44	1·65	6·3	3·4	9·2	8·3
Febr.	−7·2	7·6	14·8	16·7	−0·20	−0·22	1·19	6·1	3·4	9·2	8·3
März	−7·2	7·6	14·8	16·7	−0·20	−0·39	2·19	5·7	3·3	8·8	8·0
April	−7·5	7·3	14·8	16·7	+0·10	−0·17	2·26	5·3	2·7	8·4	8·0
Mai	6·3	6·9	13·2	15·6	−0·30	−0·61	3·23	5·2	2·5	8·4	7·9
Juni	−3·5	4·2	7·7	9·9	−0·35	−1·00	6·98	4·8	1·9	8·7	7·8
Juli	−2·2	2·4	4·6	6·6	−0·10	0·01	8·68	5·5	1·2	8·5	7·4
Aug.	−2·5	3·1	5·6	7·5	−0·30	−0·78	8·66	5·3	1·8	8·5	7·3
Sept.	−3·4	3·9	7·3	9·0	−0·25	−0·07	6·69	5·3	2·2	8·5	7·4
Okt.	−5·2	5·7	10·9	12·2	−0·25	−0·50	3·23	5·6	2·3	8·4	7·3
Nov.	−6·5	6·7	13·2	14·0	−0·10	−0·28	2·07	5·7	2·8	8·6	7·8
Dez.	−6·6	7·3	13·9	14·9	−0·35	−0·39	1·66	6·0	2·9	9·0	8·0
Jahr	−5·4	5·9	11·3	12·9	−0·23	−0·42	3·99	5·7	2·5	8·7	7·8

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·7*	1·8	1·8	2·1	2·3	2·5	2·9	3·2	**3·3**	2·5	1·8	1·8	2·34
März—Mai	2·7*	2·8	2·8	**2·9**	2·6	2·1*	3·0	4·5	**5·3**	4·4	3·0	2·7*	3·23
Juni—Sept.	7·3	7·4	7·2	7·4	7·3	7·6	8·0	**8·2**	8·1	7·9	7·4	7·2*	7·58

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	222·3	221·3	220·3	229·8	233·0	232·1	234·3	235·8	235·5	235·0	231·3	226·6	227·5
A_2	47·4	51·5	55·1	73·6	67·5	67·4	70·8	67·0	68·0	72·4	64·8	53·2	61·6
a_1	6·07	6·96	7·09	6·97	6·40	3·58	2·24	2·70	3·59	5·20	6·24	6·50	5·15
a_2	1·60	1·50	1·43	1·32	0·99	0·79	0·52	0·64	0·83	1·31	1·45	1·05	1·10

Chittagong.

22° 21′ n. Br., 91° 50′ ö. L. v. Gr. 26 *m.* Küstenstation an der nordöstl. Ecke der Bai von Bengalen Stündlich, 1876—1885, 4 Termintage in jedem Monat, also 40 Tage pro Monat. Berechnet von H. F. Blanford Ind. Met. Mem. Vol IX, Calcutta 1895—97, p. 1—32, alle Elemente umfassend; mit 6 Diagrammtafeln. Ich habe die nach Sinusreihen (4 Glieder) berechneten Daten in die Tabelle aufgenommen, weil die rohen Stundenmittel nur auf je 40 Beobachtungen beruhen. Die Eintrittszeit des Minimums is aber den Beobachtungen entnommen.

	Periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
								Min.	Max.	Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		am	pm.	vorm.	nachm.
Jänner	−5·3	5·8	11·1	12·6	−0·25	0·11	1·1	6·5	1·9	9·5	8·8
Febr.	−5·7	6·0	11·7	12·7	−0·15	−0·17	1·8	6·2	1·8	9·3	8·5
März	−4·1	4·4	8·5	10·4	−0·15	0·00	2·7	6·1	1·7	8·9	7·7
April	−3·4	3·5	6·9	8·8	−0·05	0·00	3·6	5·6	1·5	8·6	7·0
Mai	−2·8	3·0	5·8	7·3	−0·10	−0·06	4·9	5·0	1·6	8·3	7·1
Juni	−1·7	1·8	3·5	5·4	0·05	−0·06	7·5	5·3	0·1	8·5	7·5
Juli	−1·6	1·9	3·5	5·1	−0·15	−0·17	7·8	5·5	0·8	8·5	7·0
Aug.	−1·6	1·8	3·4	5·5	−0·10	−0·22	7·7	5·6	1·8	8·5	6·8
Sept.	−2·0	2·5	4·5	5·8	−0·25	0·33	7·0	5·3	1·3	8·5	6·4
Okt.	−2·9	3·3	6·2	7·4	−0·20	−0·28	4·2	5·6	1·9	8·6	7·0
Nov.	−3·9	4·4	8·3	9·3	−0·25	−0·22	2·8	5·9	1·6	8·8	7·7
Dez.	−4·3	5·0	9·3	11·5	−0·35	0·00	1·7	6·5	1·8	9·3	8·5
Jahr	−3·3	3·6	6·9	8·5	−0·17	−0·13	4·4	5·7	1·8	8·8	7·5

Täglicher Gang der Bewölkung im Jahresmittel.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jahr	4·3	4·3	4·5	4·8	4·9	5·0	**5·1**	4·9	4·7	4·5	4·1	4·1*	4·6

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	220·0	223·2	229·6	237·6	239·3	236·4	239·3	236·6	241·9	234·9	231·0	222·0	230·3
A_2	63·2	64·3	72·3	89·3	81·3	89·2	83·3	82·6	75·6	79·6	73·0	65·3	73·2
a_1	4·94	5·30	3·88	3·30	2·79	1·73	1·63	1·54	2·10	2·83	3·72	4·20	3·14
a_2	1·64	1·67	1·24	0·96	0·66	0·41	0·52	0·52	0·73	0·86	1·27	1·42	0·98

Pachmarhi.

22° 28′ n. Br., 78° 28′ ö. L. v. Gr. 1075 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Mittl. Amplituden		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Jänner	−5·2	6·6	11·8	13·6	−0·70	−0·39	1·7	5·7	3·0	8·3	6·8
Febr.	5·3	6·2	11·5	13·7	−0·45	−0·11	1·6	5·4	3·1	8·1	7·2
März	−5·2	5·3	10·5	12·9	−0·05	+0·17	1·9	5·6	3·0	8·0	7·2
April	4·9	4·7	9·0	11·9	+0·10	+0·20	2·1	5·5	3·1	8·5	7·7
Mai	−4·2	4·5	8·7	11·0	0·15	+0·06	2·7	5·3	2·9	8·0	7·7
Juni	2·6	2·8	5·4	7·4	0·10	−0·44	6·8	5·6	2·9	9·5	8·0
Juli	−1·3	1·4	2·7	3·9	−0·05	−0·22	8·8	5·8	3·1	10·0	9·0
Aug.	−1·8	1·8	3·6	4·6	0·00	−0·28	8·6	5·7	2·9	9·5	10·0
Sept.	2·4	2·7	5·1	6·5	−0·15	−0·22	6·7	5·6	2·4	8·3	6·9
Okt.	−3·8	3·9	7·7	9·3	−0·05	0·00	2·5	5·2	2·7	7·7	6·6
Nov.	5·0	5·7	10·7	11·7	−0·35	−0·28	1·8	5·6	2·8	7·8	6·4
Dez.	5·0	6·2	11·2	12·8	−0·60	0·50	1·5	5·7	2·7	8·0	6·5
Jahr	−3·9	4·3	8·2	9·9	−0·20	−0·1[illegible]	3·9	5·6	2·9	8·5	7·5

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·4*	1·6	1·6	2·2	2·4	2·5	2·6	**3·1**	2·9	2·7	1·5	1·4*	2·14
März—Mai	2·2*	2·3	2·4	2·6	2·1	1·9	2·4	3·2	**3·6**	3·2	2·3	2·3	2·53
Juni—Sept.	7·4*	7·6	7·8	8·2	8·0	8·1	**8·3**	8·2	8·0	8·0	7·5	7·4*	7·87

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	239·2	236·9	235·5	230·6	227·2	220·4	209·6	210·5	236·8	241·4	245·0	243·8	235·6
A_2	60·1	67·0	63·4	67·8	56·0	52·9	42·1	69·8	69·3	96·0	73·8	73·7	67·6
a_1	6·01	5·82	5·13	4·65	4·10	2·43	1·16	1·07	2·42	3·82	5·30	5·85	3·64
a_2	1·43	1·24	1·06	0·79	0·88	0·63	0·39	0·29	0·63	0·90	1·30	1·51	0·92

Jubbulpore.

23° 9′ n. Br., 79° 59′ w. L. v. Gr. 408 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. vorm.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	−7·1	8·1	15 2	16·1	−0·50	0·56	1·6	6·3	3·0	9·5	8·2
Febr.	−7·6	8·1	15·7	16·6	−0·25	−0·33	1·8	6·0	3·2	9·4	8·6
März	−7·8	7·9	15·7	17·6	−0·05	−0·17	1 9	5·8	3·2	9·1	8·6
April	−7 0	7·4	15·0	17·2	+0 10	−0·00	1·8	5·5	3·1	8·8	8·6
Mai	−6·6	6·4	13·0	14·7	+0·10	−0·22	2·4	5·2	2·7	8·8	8·5
Juni	−3·6	4·2	7·8	10·3	−0·30	−1·11	6·4	4·9	2·4	8·8	7·9
Juli	−2·1	2·7	4·8	6·1	−0·30	−0·77	8·4	4·9	2·6	9·1	7·6
Aug.	−2 1	2·7	4 8	5·9	−0·30	−0·72	8·2	5·1	2·3	9·1	7·6
Sept.	−3·4	4·0	7·4	7·8	−0·30	0·61	6·0	5·6	2·5	8·9	7·7
Okt.	−5·4	6·0	11·5	12·5	−0·30	−0·50	2·1	5·6	2·4	8·8	7·7
Nov.	−7·2	8·2	15·4	16·0	−0·50	−0·50	1·4	5·7	2·7	8·9	7·9
Dez.	−7·6	8·6	16·2	17·0	−0·50	−0·67	1·4	5·9	2·7	9·3	8·2
Jahr	−5·7	6·2	11·9	13·1	−0·26	−0·51	3·6	5·5	2·8	9·0	8·1

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·5*	1·5	1·5	2·0	2·2	2·0	2·1	2·3	**2·6**	2·4	1·6	1·6	1·93
März—Mai	2·0*	2·1	2·2	**2·3**	2·0	1·7	1·7*	2·7	**3·8**	3·3	2·1	2·2	2·35
Juni—Sept.	6·8	6·7*	6·9	**7·1**	6·9	6·9	6·8*	7·0	7·3	**7·4**	6·9	6·9	6·96

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	220·4	219·6	221·7	225·0	226·6	230·4	228·5	229·9	229·7	231·5	228·4	223·9	225·5
A_2	47·1	51·6	63·4	75·4	78·0	62·9	45·0	52·7	56·4	68·5	62·1	54·6	59·4
a_1	6·92	7·37	7·49	7·22	6·25	3·72	2·17	2·23	3·47	5·44	7·30	7·53	5·58
a_2	1·92	1·68	1·52	1·17	1·07	0·77	0·51	0·59	0·81	1·33	1·70	1·92	1·23

Hazaribagh.

24° 0' n. Br., 85° 24' ö. L. v. Gr. 612 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektión der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	−5·0	6·2	11·2	12·5	−0·60	−0·50	1·6	6·2	2·5	8·7	7·3
Febr.	5·4	6·3	11·7	13·2	0·45	−0·28	1·9	5·9	2·5	8·7	7·4
März	−6·2	6·4	12·6	13·9	−0·10	−0·22	2·0	5·6	2·5	8·4	7·7
April	6·2	6·1	12·3	13·6	+0·05	−0·06	1·9	5·4	2·5	8·4	7·7
Mai	−5·3	5·7	11·0	12·9	−0·20	−0·07	3·2	4·9	1·6	8·4	7·6
Juni	−3·1	3·7	6·8	8·5	−0·30	−0·83	7·4	4·8	1·7	8·3	7·0
Juli	−1·9	2·2	4·1	5·9	−0·15	−0·01	9·1	5·1	1·3	8·5	7·0
Aug.	−1·8	2·2	4·0	5·9	−0·20	−0·72	8·7	5·2	2·0	8·5	7·0
Sept.	−2·6	3·4	6·0	7·2	−0·40	−0·61	6·9	5 3	1·2	8·3	6·7
Okt.	−3·7	4·2	7·9	8·9	−0·25	−0·44	3·8	5·6	2·5	8·2	6·7
Nov.	4·4	5·3	9·7	10·8	−0·45	−0·44	2·0	5·6	2·5	8·3	6·9
Dez.	−4·7	6·0	10·7	12·1	−0·65	−0·50	1·8	5·9	2·5	8·6	7·1
Jahr	−4·2	4·8	9·0	10·5	−0·31	−0·49	4·2	5·5	2·1	8·4	7·2

Bewölkung des täglichen Ganges im Jahresmittel.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jahr	3·81	3·84	3·77	4·29	4·01	4 03	4·59	**5·01**	4·85	4·40	3·84	3·79	4·19

Konstanten der Sinusreihen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	231·9	229·6	231·3	231·9	234·4	238·6	235·8	236·6	239·9	240·6	238·3	233·3	234·5
A_2	54·4	54·1	69·2	73·7	78·5	75·8	65·1	73·4	72·9	71·4	65·7	57·4	65·9
α_1	5·32	5·47	5·89	5·90	5·22	3·24	1·97	1·88	2·76	3·80	4.58	5·02	4·24
α_2	1·54	1·44	1·23	1·11	1·06	0·79	0·53	0·50	0·81	0·99	1·27	1·49	1·06

Deesa.

24° 16′ n. Br., 72° 14′ ö. L. v. Gr. 142 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt. der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	8·1	8·3	16·4	17·4	−0·10	0·11	1·7	5·7	2·9	9·0	8·4
Febr.	−8·6	8·5	17·1	18·0	+0·05	+0·06	1·6	5·9	3·1	8·9	8·3
März	8·3	8·0	16·3	17·6	+0·15	+0·17	1·5	5·7	3·3	8·8	8·7
April	−7·9	7·8	15·7	17·2	+0·05	+0·50	1·1	5·7	3·1	9·0	8·7
Mai	−6·9	7·3	14·2	15·9	−0·20	−0·22	1·6	5·5	3·0	9·6	9·0
Juni	−4·9	5·6	10·5	11·9	−0·35	−0·44	3·5	5·2	3·2	9·8	9·0
Juli	−2·8	3·3	6·1	7·9	0·25	0·61	8·0	5·3	2·9	10·0	9·0
Aug.	−2·9	3·3	6·2	7·4	0·20	−0·33	8·0	5·3	3·0	9·1	8·6
Sept.	−4·4	4·9	9·3	10·3	−0·25	−0·39	4·3	5·3	2·7	8·8	7·8
Okt.	−7·4	7·7	15·1	16·3	0·15	−0·06	1·4	5·5	2·7	8·4	7·6
Nov.	−8·6	8·8	17·4	18·7	−0·10	−0·17	0·8	5·6	2·6	8·5	7·7
Dez.	8·7	8·8	17·5	18·0	−0·05	−0·06	0·9	6·0	2·7	8·8	7·8
Jahr	6·6	6·9	13·5	14·7	0·12	−0·14	2·9	5·6	2·9	9·1	8·4

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	0·8	0·7*	0·7	1·1	1·5	1·6	1·7	1·9	**2·1**	1·8	0·9	0·8	1·28
März—Mai	1·1*	1·2	1·5	**1·7**	1·6	1·3	1·3	1·5	**1·8**	1·7	1·0	1·0	1·40
Juni—Sept.	5·4	5·3*	5·8	6·4	**6·7**	6·6	6·3	6·1	**6·4**	5·8	5·4	5·3	5·95

Die Konstanten des täglichen Ganges der Sinusreihen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	223·8	223·6	222·2	221·3	217·1	220·3	216·1	222·1	227·3	232·4	232·9	229·0	224·5
A	67·9	64·9	69·8	67·2	54·3	41·3	41·5	50·3	64·5	77·2	77·6	68·6	65·9
a_1	7·56	7·92	7·46	7·15	6·57	4·94	2·85	2·75	4·25	7·06	8·28	8·17	6·22
a_2	1·96	1·95	1·53	1·32	1·12	0·78	0·51	0·59	0·96	1·65	2·09	2·31	1·39

Kurrachee.

24° 47' n. Br., 67° 4' ö. L. v. Gr. 15 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	−5·5	5·7	11·2	12·1	0·10	0·22	2·0	6·0	2·1	9·4	8·0
Febr.	−5·1	5·4	10·5	11·0	−0·15	0·28	2·4	6·6	2·1	9·3	8·3
März	4·0	5·0	10·2	11·0	0·50	0·01	2·2	6·0	1·2	8·8	7·0
April	−4·1	5·0	9·1	10·0	−0·45	0·72	1·4	5·7	0·9	8·4	6·0
Mai	−3·1	3·9	7·0	7·8	0·40	0·01	1·9	5·3	1·4	8·2	6·4
Juni	−2·5	3·3	5·8	6·7	0·40	−0·72	3·7	4·8	1·0	8·2	6·4
Juli	1·8	2·5	4·3	5·4	−0·35	0·72	6·7	4·0	1·5	8·1	6·1
Aug.	−1·5	2·0	4·1	5·3	0·55	−0·01	6·9	4·8	1·5	8·3	6·4
Sept.	−2·5	3·3	5·8	6·3	−0·40	0·50	3·3	5·2	1·4	8·4	6·2
Okt.	−4·7	5·8	10·5	11·3	−0·55	−0·72	1·0	5·8	0·9	8·7	6·8
Nov.	−6·4	7·1	13·5	14·8	−0·35	−0·33	0·0	5·8	1·5	8·8	8·0
Dez.	−5·6	6·6	12·5	13·8	0·35	0·39	1·3	6·6	1·0	9·1	8·2
Jahr	−4·0	4·7	8·7	9·7	0·38	0·54	2·8	5·7	1·5	8·6	7·1

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·2	1·0*	1·2	1·6	**2·1**	1·7	1·7	1·9	1·9	1·5	1·0*	1·2	1·46
März—Mai	1·4	1·9	1·9	**2·6**	2·3	1·9	1·6	1·6	1·6	2·1	1·3*	1·4	1·82
Juni—Sept.	5·1	5·4	5·6	5·5	5·6	**5·7**	4·8	4·5*	4·9	4·7	4·6*	5·2	5·10

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	221·9	223·8	234·4	240·7	243·6	246·8	247·5	243·5	242·1	236·6	230·4	226·3	233·0
A^2	59·1	58·5	69·4	73·5	78·8	75·2	76·8	65·9	73·6	75·5	71·5	62·8	69·0
a_1	5·07	4·74	4·44	4·22	3·33	2·73	2·00	1·90	2·62	4·49	6·00	5·75	3·61
a_2	1·60	1·55	1·70	1·43	1·03	0·83	0·66	0·58	0·96	1·79	1·98	1·75	1·33

Allahabad.

25° 26′ n. Br., 81° 52′ ö. L. v. Gr. 94 *m.*

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	nachm.
Jänner	−5·9	8·0	13·9	14·6	1·05	−0·94	1·6	6·5	2·5	9·3	7·4
Febr.	−7·1	8·5	15·6	17·0	0·70	0·61	1·8	6·2	2·6	9·1	7·5
März	−7·6	8·6	16·2	17·4	−0·50	−0·44	1·9	5·7	2·9	8·8	7·7
April	−8·0	8·5	16·5	17·9	0·25	−0·28	1·6	5·5	2·9	8·6	7·6
Mai	−7·2	7·2	14·4	15·6	−0·00	−0·44	1·7	5·3	2·6	8·7	7·7
Juni	−3·6	4·5	8·1	10·3	−0·40	−0·72	5·0	5·2	2·9	9·0	7·6
Juli	−2·2	2·6	4·8	6·8	−0·20	−0·56	7·4	5·0	2·7	8·8	7·5
Aug.	−2·2	2·8	5·0	6·8	−0·30	−0·56	6·7	5·1	2·4	8·7	6·9
Sept.	−3·1	4·1	7·2	8·5	−0·50	0·67	4·1	5·7	2·1	8·7	6·7
Okt.	−4·8	6·8	11·6	12·4	1·00	−0·83	2·0	5·7	2·0	8·7	6·3
Nov.	−5·9	8·4	14·3	14·7	1·25	−0·89	0·7	5·9	2·9	8·8	6·6
Dez.	−6·1	8·6	14·7	15·0	−1·25	−1·11	0·8	6·5	2·1	9·1	7·0
Jahr	5·3	6·55	11·9	13·1	−0·62	0·67	2·9	5·7	2·55	8·9	7·2

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·1	1·2	1·0*	1·4	1·5	1·5	1·6	**1·8**	1·7	1·5	1·1	1·0*	1·80
März—Mai	1·2	1·3	1·2	2·1	1·8	1·7	1·7	2·3	**2·6**	2·5	1·0*	1·0*	1·73
Juni—Sept.	5·1	4·8*	5·2	6·3	6·3	6·2	6·5	**6·7**	6·4	6·2	4·8*	5·1	5·80

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	227·7	227·7	229·1	231·1	230·5	229·9	231·4	236·3	237·3	239·3	237·8	231·8	232·0
A_2	46·1	51·9	58·2	66·5	65·6	51·5	56·3	60·3	60·5	60·8	57·7	53·3	56·9
a_1	6·16	7·08	7·71	7·87	6·70	3·91	2·25	2·42	3·33	5·20	6·30	6·48	5·44
a_2	2·14	2·24	1·82	1·64	1·32	0·91	0·54	0·67	1·07	1·86	2·35	2·40	1·58

Patna.

25° 37′ s. Br., 85° 14′ ö. L. v. Gr. 56 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	−5·8	6·3	12·1	13·3	−0·25	−0·44	1·9	6·0	2·7	9·3	8·3
Febr.	−6·5	7·1	13·6	14·9	−0·30	−0·33	2·2	5·9	3·0	9·2	8·4
März	−7·0	7·2	14·2	16·3	0·10	−0·33	2·1	5·7	3·0	9·0	8·4
April	−6·8	7·2	14·0	15·7	−0·20	−0·50	1·5	5·4	3·1	9·0	8·5
Mai	−5·4	6·1	11·5	12·9	0·35	0·56	2·2	5·0	3·0	9·2	8·4
Juni	−3·5	4·1	7·6	9·1	−0·30	−1·00	5·6	5·1	2·9	9·1	8·3
Juli	−2·1	2·4	4·5	6·3	0·15	−0·83	8·1	5·2	2·8	8·8	8·0
Aug.	−2·0	2·2	4·2	5·7	−0·10	−0·07	8·5	5·2	3·1	8·8	8·0
Sept.	−2·4	2·9	5·3	6·9	−0·25	−0·07	6·4	5·5	2·4	8·9	7·3
Okt.	−4·1	4·6	8·7	9·4	−0·25	−0·50	3·0	5·5	2·5	8·6	7·3
Nov.	−5·6	6·1	11·7	12·5	−0·25	−0·56	1·4	5·8	2·5	8·8	7·6
Dez.	5·7	6·3	12·0	13·1	0·30	−0·39	1·1	5·8	2·4	9·2	8·1
Jahr	−4·7	5·2	9·9	11·3	−0·23	−0·56	3·6*	5·5	2·8	9·0	8·05

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jahr	3·4*	3·6	3·9	**4·3**	4·0	3·9	4·1	**4·2**	**4·2**	4·1	3·7	3·5	3·9* [1]
Jänner	1·2*	1·2*	1·5	1·8	1·7	1·6	2·3	**2·5**	2·3	2·1	1·8	1·3	1·8
Juli	7·8	8·1	8·0	8·1	8·4	8·6	8·4	8·3	**8·6**	8·4	7·6*	7·8	8·1

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	222·8	222·8	224·6	224·3	223·6	225·3	228·8	226·4	231·2	233·8	230·4	226·2	226·0
A_2	56·9	54·3	64·6	62·6	53·2	50·0	60·7	59·5	62·5	71·3	65·0	59·3	60·1
a_1	5·51	6·26	6·64	6·60	5·40	3·57	2·07	1·92	2·44	3·95	5·28	5·46	4·60
a_2	1·56	1·55	1·50	1·16	0·95	0·64	0·37	0·35	0·66	0·90	1·59	1·66	1·07

[1] Mehrjährige Mittel.
[2] Mittel der Termintage.

Lucknow.

26° 50′ n. Br., 81° ö. v. Gr. 113*m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod		Min. morg.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Janner	−6·7	8·5	15·2	15·4	−0·90	−0·94	1·5	5·9	2·7	9·0	7·4
Febr.	7·0	8·1	15·1	16·0	−0·55	0·67	2·4	5·8	2·9	8·8	7·6
März	−7·5	8·3	15·8	16·6	0·40	0·39	2·5	5·7	3·1	8·8	8·0
April	7·7	8·3	16·0	16·7	0·30	−0·17	2·1	5·6	3·0	8·5	7·6
Mai	−6·2	6·7	12·9	14·3	−0·25	−0·44	1·9	5·2	2·9	8·8	8·1
Juni	4·3	4·6	8·9	10·6	0·15	0·40	4·4	5·2	2·6	8·9	8·1
Juli	−2·9	3·4	6·3	7·2	−0·25	0·28	6·9	5·2	3·1	8·9	7·9
Aug.	−2·5	3·1	5·6	6·8	−0·30	0·61	7·2	5·3	2·5	8·8	7·4
Sept.	−3·6	4·6	8·2	9·1	−0·50	−0·61	4·0	5·6	2·6	8·5	7·1
Okt.	6·3	7·7	14·0	14·1	−0·70	−0·72	1·3	5·6	2·7	8·7	6·6
Nov.	7·3	9·2	16·5	16·6	−0·95	−1·00	0·6	5·7	2·5	8·6	6·8
Dez.	−6·9	8·9	15·8	15·9	−1·00	−1·17	1·0	5·8	2·4	8·7	6·8
Jahr	−5·7	6·8	12·5	13·3	−0·52	−0·62	3·0	5·55	2·75	8·75	7·45

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Sept.	1·2	1·0*	1·1	1·2	1·3	1·5	1·6	1·7	**1·8**	1·5	1·2	1·1	1·30
März—Mai	1·7	2·0	2·0	2·1	2·4	2·3	2·5	**2·8**	2·7	2·1	1·7	1·7*	2·17
Juni—Sept.	4·5	5·1	5·6	6·0	6·2	6·4	6·5	**6·9**	6·4	5·4	4·2*	4·3	5·63

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	230·3	229·0	228·1	230·8	228·1	226·4	227·0	232·5	236·7	239·3	237·4	235·9	232·1
A_2	49·1	50·4	56·3	60·6	61·2	62·4	48·9	51·7	58·2	62·7	61·8	58·4	57·8
a_1	7·02	7·01	7·50	7·61	6·10	4·12	2·97	2·67	3·95	6·67	7·73	7·32	5·87
a_2	2·00	1·79	1·51	1·28	1·03	0·80	0·57	0·60	0·89	1·64	2·16	2·30	1·37

Jeypore.

26° 55' n. Br., 75° 50' w. L. v. Gr. 436 *m*.

	Mittl. tägl. period. Extreme		Tagl. Amplitude		Korrekt. der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölk.	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min. morg.	Max. nachm.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm.
Jänner	−6·1	7·4	13·5	14·7	−0·05	−0·78	2·8	6·9	2·9	8·9	7·3
Febr.	−6·3	7·5	13·8	15·5	0·00	−0·61	2·8	5·9	3·2	8·7	7·4
März	−7·1	7·8	14·9	16·4	−0·35	0·22	2·6	5·7	3·2	8·6	7·6
April	−7·4	7·8	15·2	16·9	0·20	0·06	1·9	5·6	3·1	8·4	7·7
Mai	−6·7	7·6	14·3	16·1	−0·45	0·44	2·1	5·5	2·7	8·8	7·8
Juni	−4·9	5·4	10·3	12·4	−0·25	0·07	4·2	5·0	2·9	8·9	8·1
Juli	2·9	3·4	6·3	8·4	−0·25	−0·67	7·1	5·3	2·7	9·0	7·8
Aug.	−2·9	3·4	6·3	8·5	−0·25	−0·89	7·2	5·5	2·5	9·1	7·7
Sept.	−4·5	5·6	10·1	11·8	−0·55	−0·83	3·3	5·5	2·8	8·4	7·2
Okt.	−7·1	8·1	15·2	16·4	−0·50	0·72	1·5	5·6	2·7	8·3	7·0
Nov.	7·6	8·9	16·5	17·5	−0·05	−0·89	1·1	6·0	2·7	8·4	6·8
Dez.	−6·6	8·4	15·0	16·2	−0·90	−1·00	1·9	6·6	2·7	8·7	6·8
Jahr	−5·8	6·8	12·6	14·2	−0·50	−0·65	3·2	5·8	2·8	8·7	7·4

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·5	1·5*	1·6	2·0	2·2	2·2	2·2	2·6	**2·8**	2·5	1·5	1·6	2·00
März—Mai	1·8	1·7*	1·8	2·1	2·1	1·9	2·3	3·0	**3·4**	2·9	2·0	1·7	2·22
Juni—Sept.	4·9	4·8	4·5*	5·4	5·5	5·6	5·8	6·3	**6·5**	6·2	5·3	5·1	5·48

Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	230·0	231·4	230·0	232·1	230·0	227·0	228·0	228·5	235·3	237·3	237·5	235·3	232·5
A_2	48·0	48·7	53·1	64·2	59·1	57·0	56·2	59·8	56·4	69·5	64·2	53·6	57·1
a_1	6·10	6·47	7·06	7·35	6·77	4·85	2·97	3·02	4·90	7·15	7·66	7·34	5·93
a_2	1·93	1·74	1·44	1·25	1·32	0·80	0·65	0·69	1·06	1·79	2·31	2·34	1·44

Dhubri.

26° 7′ n. Br., 89° 50′ w. L. v. Gr. 47 *m.*

	Mittl. tägl. period. Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt. der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölk.	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Max.	Min.	vorm.	nachm.
Jänn.	−4·4	5·7	10·1	11·0	−0·65	−0·72	1·7	6·5	2·8	9·8	8·4
Febr.	−4·9	6·2	11·1	11·7	−0·65	−0·78	1·9	6·1	2·9	9·7	8·5
März	−5·2	6·3	11·5	11·9	−0·55	−0·94	1·8	5·9	3·1	9·6	8·4
April	−3·6	4·2	7·8	9·0	−0·30	−0·44	3·9	5·6	3·2	9·5	8·2
Mai	−2·7	3·3	9·0	7·6	−0·30	−0·50	4·8	4·9	3·0	9·5	8·4
Juni	−1·9	2·1	4·0	5·3	−0·10	−0·78	6·5	4·8	2·8	9·0	8·3
Juli	−1·6	1·6	3·2	4·6	0·00	−0·61	7·4	4·9	2·8	8·8	8·5
Aug.	−1·5	1·9	3·4	4·4	−0·20	−0·83	6·7	5·0	1·4	8·8	7·1
Sept.	−1·7	2·3	4·0	4·6	−0·30	−0·94	5·4	5·5	2·1	8·9	7·0
Okt.	−2·7	3·4	6·1	6·4	−0·35	−0·78	2·3	5·6	2·4	9·2	7·8
Nov.	−3·7	5·1	8·8	8·9	−0·70	−0·67	1·2	5·7	2·4	9·5	7·9
Dez.	−4·2	5·6	9·8	10·3	−0·70	−0·72	0·9	6·5	2·5	9·7	8·4
Jahr	−3·2	4·0	7·2	8·0	−0·40	−0·73	3·7	5·6	2·6	9·3	8·1

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jänner	1·5	2·2	0·9*	1·7	2·3	2·5	2·2	1·8	1·7	1·7	1·7	1·2	1·7
Juli	7·3	8·1	8·1	8·6	8·0	7·4	7·1	7·4	6·7	6·7	6·5*	7·2	7·4
Jahr	3·4	3·7	3·8	4·2	4·5	4·1	3·6	3·7	3·8	3·6	3·1	3·0*	3·7

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	217·5	219·7	222·3	223·2	221·8	226·1	225·9	233·1	234·8	227·9	225·6	221·5	223·2
A_2	33·6	38·8	39·3	40·3	33·9	66·5	74·1	65·0	60·0	55·5	46·1	42·3	44·2
a_1	4·68	5·11	5·40	3·63	2·92	1·89	1·57	1·62	1·86	2·80	3·93	4·44	3·32
a_2	1·37	1·38	1·22	0·77	0·49	0·32	0·24	0·46	0·54	0·79	1·19	1·31	0·83

Goalpara.

26° 11' n. Br., 90° 40' ö. L. v. Gr. 118 *m*.

	Mittl. tägl. period Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt. der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölk.	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Jänner	−4·3	4·7	9·0	10·6	−0·20	fehlen; auch in Indian Met. Memoirs, Vol. XVII.	1·9	6·8	2·5	10·2	10·0
Febr.	−5·5	5·6	11·1	11·9	−0·05		1 0	6·3	2·3	9·8	9·6
März	−5·3	5·4	10·7	12·0	−0·05		2·3	5·9	2·8	9·6	9·5
April	4·1	4·6	8·7	9 8	−0·25		3·5	5·6	2·2	9·5	8·3
Mai	−2·7	3·1	5·8	8·1	−0·20		5·0	5·1	3·5	9·6	8·3
Juni	−1·8	2·0	3·8	5·9	0·10		6·7	5·0	3·0	9·3	8·0
Juli	−1·7	1·9	3·6	5·7	−0·10		7·6	4·8	1·5	9·0	7·8
Aug.	−2·1	2·1	4·2	6·1	0·00		5·9	5·0	2·0	8·8	7·6
Sept.	−2·2	2·8	5·0	6·4	−0·30		5·3	5·7	2·0	8·8	7·0
Okt.	−3·3	3·5	6·8	7·6	−0·10		3·0	5·7	2·2	9·0	8·8
Nov.	−4·4	4·6	9·0	9·7	−0·10		1·3	6·4	2·1	9 7	9 5
Dez.	−4·5	5·0	9·5	10·7	−0·25		1·3	6·7	2·5	10·2	9 8
Jahr	−3·5	3·8	7·3	8·7	0·14		3·7	5·75	2·4	9·5	8·7

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jänner	1·3	1·6	2·3	2·7	**3 1**	3·0	1·7	1·8	1·7	1·4	1·4	1·2*	1 9
Juli	7·4	9·1	**9·4**	8·8	7·5	8·1	7·2	7·0	7·5	7·4	6·2*	6·5	7·6
Jahr	3 3	3·6	4·0	4·4	**4·7**	4·5	3·9	3·5	3·7	3·6	2·7*	3·1	3·7

Die Konstantem des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	208·1	214·9	216·4	223·4	218·5	224·7	230·0	231·2	233·1	223·8	216·0	208·5	218·6
A_2	45·3	61·1	64·5	57·4	43·2	60·4	75·7	80·3	59·3	69·1	60·0	45·2	57·9
a_1	3·96	4·92	4·72	3·90	2·73	1·81	1·68	2·08	2·24	3·64	4·00	4·11	3·22
a_2	1·22	1·42	1·22	1·02	0·56	0·45	0·42	0·47	0·64	0·79	1·17	1·36	0·88

Sibsagar.

26° 50′ n. Br., 94° 40′ ö. L. v. Gr. 102 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	vorm.	abends[1]
Jänner	−4·2	5·6	9·8	11·0	−0·70	−0·72	5·2	6·0	2·9	9·8	8·6
Febr.	−4·3	5·5	9·8	11·0	−0·60	−0·94	6·1	6·0	2·9	9·6	8·2
März	−4·2	5·2	9·4	10·6	−0·50	−0·89	6·6	5·6	3·0	9·3	8·0
April	−3·3	4·0	7·3	8·9	−0·35	0·61	7·7	5·6	3·0	9·3	8·3
Mai	−2·9	3·7	6·6	8·1	−0·40	−0·56	8·4	5·1	3·4	9·3	8·4
Juni	−2·8	3·6	6·4	7·3	0·40	0·67	9·0	4·9	3·0	9·4	8·4
Juli	−2·6	3·1	5·7	7·1	−0·25	−0·67	9·2	5·3	3·5	9·8	8·7
Aug.	−2·8	3·3	6·1	6·9	−0·25	−0·72	8·7	5·6	3·3	9·8	8·7
Sept.	2·8	3·6	6·4	7·1	−0·40	−0·89	8·2	5·6	2·9	9·4	8·3
Okt.	3·3	4·1	7·4	8·1	−0·40	−0·72	6·1	5·6	2·7	9·3	8·1
Nov.	−4·4	5·4	9·8	10·4	−0·50	−0·83	4·6	5·8	2·5	9·2	8·2
Dez.	−4·8	6·5	11·3	11·9	−0·85	0·56	4·2	5·8	2·6	9·8	8·5
Jahr	3·5	4·5	8·0	9·0	−0·47	0·73	7·0	5·6	3·0	9·5	8·4

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Jänner	4·8	5·0	4·8	5·3	5·5	5·6	**5·8**	**5·8**	5·1	5·1	5·0	4·7*	5·2
Juli	9·3	9·4	9·7	9·8	**9·9**	9·7	9·0	8·6	8·7	8·3*	8·4	9·1	9·2
Jahr	6·9	7·1	7·2	7·4	**7·5**	**7·5**	7·1	6·8	6·6	6·6	6·5*	6·7	7·0

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	218·3	221·8	224·0	222·8	221·1	224·0	214·2	215·1	223·3	224·6	226·0	220·1	221·3
A_2	31·2	38·6	42·3	39·2	28·5	38·9	28·2	40·2	40·7	47·8	51·2	36·8	39·2
a_1	4·45	4·35	4·30	3·34	3·03	2·86	2·59	2·75	2·84	3·28	4·48	5·22	3·63
a_2	1·17	1·24	1·06	0·65	0·51	0·57	0·48	0·60	0·71	0·86	1·26	1·46	0·87

[1] Etwas ausgeglichene Zahlen.

Agra.

27° 10′ n. Br., 78° 5′ ö. L. v. Gr. 169 *m.*

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
										Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod		Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	−6·4	7·5	13·9	14·1	−0·55	0·50	1·7	6·7	3·1	9·6	8·3
Febr.	−6·8	7·4	14·2	14·7	−0·30	−0·39	2·2	6·5	3·3	9·5	8·4
März	−7·3	7·6	14·9	15·7	−0·15	0·11	2·6	5·9	3·4	9·3	8·5
April	−7·2	7·3	14·5	15·1	−0·05	0·06	1·6	5·7	3·2	8·9	8·3
Mai	−6·0	6·2	12·2	13·3	−0·10	0·22	1·8	5·6	3·1	9·0	8·5
Juni	−4·3	4·3	8·6	10·6	0·00	−0·56	3·7	5·1	2·7	8·9	8·4
Juli	−2·6	2·8	5·4	6·8	0·10	−0·50	6·1	5·2	2·8	9·2	8·3
Aug.	−2·7	2·8	5·5	6·7	0·05	−0·44	6·0	5·3	2·6	9·0	8·2
Sept.	−3·6	3·9	7·5	8·3	−0·15	0·30	5·6	5·6	3·1	9·0	8·2
Okt.	−6·1	7·1	13·2	13·1	−0·50	−0·61	0·9	5·8	2·9	9·0	7·6
Nov.	−6·7	8·5	15·2	15·2	−0·90	−0·83	0·5	6·2	2·7	9·1	7·4
Dez.	−6·6	7·8	14·4	14·6	−0·60	−0·72	1·2	6·6	2·8	9·4	7·8
Jahr	−5·5	6·1	11·6	12·3	−0·29	−0·44	2·7	5·65	3·0	9·2	8·2

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	0·9*	1·0	1·1	1·3	1·5	1·6	1·5	**1·7**	**1·7**	1·2	1·0	1·0	1·30
März—Mai	1·7	2·1	2·0	2·0	1·8	1·6*	1·6	2·4	**2·5**	2·3	1·9	1·8	2·00
Juni—Sept.	4·2	4·5	4·5	4·8	5·1	5·2	5·5	**5·8**	5·6	5·1	4·3	4·3	4·88

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	219·0	217·7	219·8	224·1	223·5	225·8	224·4	224·4	225·1	228·2	227·4	223·8	223·3
A_2	39·8	41·2	50·6	60·6	58·6	67·2	55·8	61·0	58·3	53·7	48·5	48·3	51·3
a_1	6·11	6·35	6·80	6·80	5·75	4·09	2·59	2·52	3·52	5·97	6·76	6·30	5·30
a_2	1·94	1·84	1·60	1·39	1·00	0·79	0·52	0·59	0·77	1·68	2·21	2·12	1·30

Roorkee.

29° 52′ n. Br., 77° 56′ ö. L. v. Gr. 270 *m*.

	Mitt. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrekt. der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Wolkenlose Tage	Eintritt der Phasenzeiten			
											Tagesmittel	
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.			Min.	Max.	vorm.	abends
Jänner	-6·2	7·5	13·7	14·8	0·65	-0·94	2·8	11	6·5	2·7	9·6	8·0
Febr.	5·9	7·0	12·9	14·2	0·55	0·78	4·0	4	6·6	2·8	9·4	8·3
März	-7·1	7·7	14·8	16·0	-0·30	0·61	2·9	8	5·6	2·7	9·0	8·3
April	-7·9	7·8	15·7	16·8	+0·05	0·33	2·4	7	5·5	2·7	8·6	8·2
Mai	-6·9	6·9	13·8	14·9	0·00	0·61	2·4	13	4·7	2·6	8·5	8·0
Juni	-5·2	5·3	10·5	12·4	-0·05	0·61	2·9	9	4·8	1·9	8·7	8·0
Juli	2·9	3·2	6·1	7·7	-0·15	-0·61	6·3	0	5·0	3·5	9·4	8·4
Aug.	-2·9	3·4	6·3	8·0	-0·25	0·78	6·5	0	5·2	2·8	8·7	7·5
Sept.	-3·7	5·1	8·8	10·3	0·70	-0·83	3·4	6	5·5	2·6	8·8	7·7
Okt.	-6·9	8·3	15·2	15·7	-0·70	-1·00	0·7	25	5·6	2·6	8·7	7·8
Nov.	-7·3	9·3	16·6	17·3	-1·00	-1·39	0·6	24	6·0	2·3	8·9	7·9
Dez.	-6·3	8·1	14·4	15·5	-0·90	-1·17	2·1	15	6·5	2·4	9·3	8·3
Jahr	-5·8	6·6	12·4	13·6	-0·43	0·81	3·1	122	5·6	2·6	9·0	8·1

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2h	4h	6h	8h	10h	Mittg.	2h	4h	6h	8h	10h	Mittel
Jänner—Febr.	2·0*	2·0*	2·9	3·2	3·4	3·7	3·5	3·9	**4·0**	3·8	3·2	3·1	3·4
März—Mai	2·1	2·0*	2·2	2·4	2·6	2·5	2·5	2·7	3·0	**3·2**	3·0	2·5	2·6
Juni—Sept.	4·0	4·9	5·0	4·9	5·9	5·1	**5·3**	**5·3**	4·9	4·3	4·0*	4·1	4·8

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	219·8	222·1	225·9	228·0	229·3	229·5	219·7	231·3	230·4	231·9	230·1	224·2	227·1
A_2	45·7	47·7	58·4	71·3	71·8	70·6	38·3	49·6	56·4	63·8	60·0	51·9	57·3
a_1	6·31	6·01	7·08	7·40	6·58	5·10	2·80	2·94	4·36	7·13	7·62	6·62	5·82
a_2	1·90	1·74	1·54	1·33	1·01	0·75	0·44	0·59	0·93	1·73	2·22	2·03	1·33

Lahore.

31° 34′ n. Br., 74° 20′ ö. L. v. Gr. 214 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Jänner	−5·4	7·5	12·9	14·2	0·55	−1·06	2·7	6·5	2·0	9·4	7·4
Febr.	5·4	6·4	11·8	13·3	−0·50	−0·61	3·6	6·4	2·7	9·3	7·8
März	6·0	7·3	13·3	14·7	0·65	−0·39	3·0	5·8	3·0	9·2	7·8
April	−6·7	7·2	13·9	15·4	−0·25	9·22	3·1	5·6	2·9	8·7	7·9
Mai	−6·6	6·9	13·5	15·2	0·15	−0·17	2·3	5·1	3·0	8·6	8·0
Juni	−5·9	6·3	12·2	13·8	−0·20	−0·22	2·2	5·2	3·0	9·0	8·3
Juli	−3·7	4·1	7·8	9·8	0·20	0·50	4·4	5·2	2·7	9·2	8·1
Aug.	3·5	4·0	7·5	9·3	−0·25	−0.50	3·8	5·5	2·6	9·0	7·0
Sept.	−4·8	5·5	10·3	11·7	0·35	0·56	1·9	5·6	2·4	8·6	7·7
Okt.	−6·8	8·4	15·2	16·1	−0·80	0·78	0·8	5·8	2·4	8·7	7·7
Nov.	−7·2	9·5	16·7	17·4	−1·15	1·11	0·6	6·1	2·3	8·9	7·0
Dez.	−6·0	8·1	14·1	15·2	−1·05	−1·22	2·7	6·7	2·4	9·2	7·4
Jahr	5·7	6·8	12·4	13·8	−0·51	−1·61	2·6	5·8	2·6	9·0	7·75

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	1·7*	1·8	1·9	2·1	2·3	2·2	2·4	2·6	**2·8**	2·3	1·8	1·7*	2·14
März—Mai	1·9	2·0	2·4	3·3	2·3	3·5	3·4	3·2	**3·7**	3·3	1·8*	1·9	2·80
Juni—Sept.	2·6	2·5	3·1	3·4	3·3	3·5	3·5	**3·8**	3·5	3·1	2·6	2·8*	3·08

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	227·9	225·0	220·5	229·1	229·3	224·3	225·7	227·6	232·8	233·5	233·6	229·6	229·1
A_2	39·1	46·7	43·7	59·8	63·7	58·4	56·1	53·5	64·6	59·1	55·2	46·1	42·8
a_1	5·83	5·50	6·24	6·67	6·53	5·80	3·70	3·18	4·84	7·02	7·56	6·28	5·78
a_2	2·03	1·61	1·55	1·43	0·97	0·93	0·72	0·80	1·15	1·99	2·55	2·22	1·51

Leh.

34° 10′ n. Br., 77° 42′ ö. L. v. Gr. 3506 *m*.

	Mittl. tägl. periodische Extreme		Tägl. Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Eintritt der Phasenzeiten			
	Min.	Max.	period.*	aperiod.	period.	aperiod.		Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Jänner	−4·3	5·7	10·0	11·9	−0·70	−1·11	5·7	5·9	2·0	9·0	7·4
Febr.	4·5	5·4	9·9	12·3	−0·45	−1·00	6·9	5·8	2·2	8·9	7·3
März	4·8	5·8	10·6	12·3	−0·50	−0·67	5·8	5·6	2·3	8·9	7·7
April	−5·6	5·9	11·5	13·8	−0·15	−0·61	6·2	5·2	2·3	8·7	7·8
Mai	5·6	6·3	11·9	14·0	−0·35	−0·33	6·0	4·9	2·4	8·4	7·4
Juni	−6·2	7·0	13·2	15·1	−0·40	−0·61	4·0	4·8	2·8	8·5	7·7
Juli	−5·7	6·7	12·4	15·4	−0·50	−1·00	4·6	5·2	2·6	8·9	7·7
Aug.	6·1	7·4	13·5	15·7	−0·65	−1·44	4·8	5·0	2·4	8·7	7·2
Sept.	−6·4	7·8	14·2	16·1	−0·70	−1·22	3·3	5·4	2·6	8·7	7·2
Okt.	5·8	7·1	12·9	14·3	−0·65	−0·89	3·5	5·8	2·4	8·8	7·4
Nov.	−5·6	6·9	12·5	14·5	−0·65	−1·11	3·1	5·8	2·3	8·8	7·2
Dez.	−4·8	5·9	10·7	12·7	−0·55	−1·06	5·5	5·8	2·1	8·9	7·5
Jahr	5·4	6·5	11·9	14·0	−0·52	−0·92	4·9	5·4	2·4	8·8	7·5

Täglicher Gang der Bewölkung.

	Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10	Mittel
Okt.—Febr.	4·0*	4·2	4·4	4·8	5·2	5·0	5·6	6·1	**6·4**	5·3	4·1	4·0*	4·92
März—Mai	4·8*	4·8	5·1	5·7	5·9	6·4	6·9	7·4	**7·7**	6·9	5·5	4·8*	6·00
Juni—Sept.	3·2*	3·6	4·0	4·4	4·1	4·5	5·0	**5·2**	5·0	4·3	3·4	3·4	4·17

Die Konstanten des täglichen Temperaturganges.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
A_1	230·1	231·5	228·6	231·3	234·3	230·5	228·9	233·3	232·6	230·5	230·9	229·7	231·1
A_2	56·5	63·1	60·1	74·8	70·4	60·6	57·6	61·7	60·6	59·4	60·3	62·2	62·2
a_1	4·43	4·45	4·70	5·23	5·45	6·17	5·61	6·04	6·41	5·75	5·37	4·58	5·35
a_2	1·55	1·43	1·37	1·27	1·13	1·08	1·33	1·54	1·71	1·78	1·91	1·62	1·42

Hongkong.

22° 15′ n. Br., 114° 12′ ö. L. v. Gr. (Küste.)

	Mittel der tägl. Extreme		Mittel	24-stündl. Mittel	Differ.	Amplituden		Mittl. Ordin.	Bewölkung	Sonnenschein in Proz.	Regen		Nebeltage	Sonnenschein 11—1h in Stund.
						aperiod.	period.				Menge	Stunden		
Jänner	13.6	18.3	16.0	15.7	−0.3	4.7	2.9	0.81	6.3	46	25	38	4	33
Febr.	13.1	16.9	15.0	15.1	+0.1	3.8	2.4	0.70	7.4	32	50	58	4	21
März	15.7	20.1	17.9	17.7	−0.2	4.4	2.3	0.65	7.8	29	30	47	8	24
April	19.9	24.1	22.0	21.8	−0.2	4.2	2.4	0.71	7.9	31	90	50	6	26
Mai	23.4	27.8	25.6	25.3	−0.3	4.4	2.4	0.75	7.2	42	301	102	1	31
Juni	25.2	29.4	27.3	27.1	−0.2	4.2	2.1	0.67	7.9	39	422	134	1	30
Juli	25.8	30.3	28.0	27.8	−0.2	4.5	2.7	0.85	6.7	56	271	124	2	40
Aug.	25.3	30.2	27.8	27.4	−0.4	4.9	2.9	0.89	6.6	53	369	110	5	37
Sept.	24.9	29.8	27.3	27.0	−0.3	4.9	3.0	0.93	5.4	60	199	74	4	42
Okt.	22.4	27.1	24.7	24.5	−0.2	4.7	2.9	0.87	5.6	60	118	49	1	44
Nov.	18.3	23.8	21.1	20.7	−0.4	5.5	3.4	1.00	5.3	58	66	38	1	41
Dez.	14.7	20.0	17.3	17.1	−0.2	5.3	3.2	0.97	5.3	57	22	32	3	41
Jahr	20.2	24.8	22.5	22.3	0.2	4.6	2.7	0.81	6.6	47	1963	856	40	410

Eintrittszeiten der täglichen Extreme und der Tagesmittel.

Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Eintritt des Minimums am Morgen												
6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.5	5.0	5.0	5.7	5.8	6.0	5.2
Eintritt des Maximums am Nachmittag												
1.5	2.0	1.8	1.5	1.5	1.0	1.8	1.8	1.0	1.0	1.0	1.5	1.45
Eintritt des Tagesmittels am Vormittag und Abend												
8.9	9.2	8.8	8.6	8.0	8.2	8.0	8.2	8.1	8.4	8.6	8.8	8.5
7.0	7.5	7.0	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.3	6.0	6.5	6.7	6.6

Taihoku.

25° 4′ n. Br., 121° 28′ ö. L. v. Gr. 93 *m.*

	Period. tägl. Extreme		Amplitude period.	Amplitude aperiod.	Korrektion der tägl. Extreme period.	Korrektion der tägl. Extreme aperiod.	Bodenoberfläche Luft	Niederschlag Menge	Niederschlag Tage	Bewölkung 6h a.	Bewölkung 2h p.	Bewölkung Mittel 4 stündig	Sonnenschein Stund.	Sonnenschein Proz.
Jänner	1·5	2·3	3·8	5·7	0·40	−0·6	1·5	91	17·2	6·5	5·0	5·7	83	25
Febr.	1·5	2·1	3·6	5·0	−0·30	0·2	1·7	162	17·6	7·1	6·2	6·7	78	24
März	−1·9	2·6	4·5	6·5	−0·35	−0·6	1·9	130	14·6	7·6	5·3	6·1	114	31
April	−2·0	2·7	4·7	6·7	−0·35	−0·5	2·0	154	16·6	7·7	6·8	6·8	93	25
Mai	2·7	3·1	5·8	7·7	0·20	−0·5	2·4	184	13·6	7·3	6·4	6·4	150	36
Juni	−2·8	3·2	6·0	7·5	−0·20	−0·5	2·5	258	16·0	7·4	7·7	7·2	158	39
Juli	−3·5	3·8	7·3	8·6	−0·15	0·5	2·8	231	12·6	6·0	6·8	5·9	246	59
Aug.	−2·7	3·4	6·1	7·3	0·35	−0·5	2·5	462	16·8	6·7	7·7	6·9	200	50
Sept.	−2·7	3·4	6·1	7·5	−0·35	−0·6	2·7	277	13·2	5·4	5·0	4·5	172	47
Okt.	−1·8	2·9	4·7	6·4	−0·55	−0·6	1·8	133	14·5	6·0	4·9	5·0	133	37
Nov.	−1·4	2·3	3·7	5·6	−0·45	−0·4	1·4	85	18·2	6·4	5·7	5·7	79	24
Dez.	−1·8	2·7	4·5	6·6	−0·45	−0·5	1·2	62	14·7	5·7	4·1	4·6	98	30
Jahr	−2·2	2·9	5·1	6·8	0·34	−0·5	2·1	2228	185·6	6·6	6·0	6·0	1606	36

Phasenzeiten im täglichen Temperaturgange.

Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Eintritt des Minimums am Morgen												
6·1	6·1	5·8	5·6	4·8	4·9	4·9	5·1	5·3	5·1	5·6	6·1	5·5
Eintritt des Maximums am Nachmittag												
1·1	0·9	0·6	0·6	0·6	0·3	0·6	0·8	0·6	0·7	0·6	1·1	0·7
Eintritt des Tagesmittels am Vormittag und Abend												
8·9	8·8	8·8	8·3	8·1	7·9	7·7	7·9	7·9	7·8	8·1	8·7	8·2
6·1	6·5	6·7	6·7	6·7	6·7	6·8	6·8	6·6	5·7	5·7	6·1	6·4

Naha.

26° 13′ n. Br., 127° 41 ö. L. v. Gr. 10 *m*.

	Period. tägl. Extreme		Amplitude		Korrektion der Mittel		Eintritt der Phasenzeiten				Bewölkung	Regen		Sonnenschein	
			period.	aperiod.	period.	aperiod.	Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends		Menge	Tage	Stund.	Proz.
Jänn. . .	—1·5	2·1	3·6	5·8	—0·30	—0·13	4·5	0·5	8·4	6·5	7·5	165	19·2	131	40
Febr. . . .	—1·6	2·2	3·8	6·2	—0·30	0·07	5·0	0·5	8·3	7·0	7·3	73	15·4	136	43
März . . .	—1·5	2·0	3·5	6·1	—0·25	+0·13	5·0	1·2	8·2	6·7	8·0	203	18·0	137	37
April . .	—1·7	2·2	3·9	5·6	0·25	0·16	4·5	1·5	7·8	6·6	7·7	129	13·2	180	47
Mai	—1·7	2·2	3·9	5·9	—0·25	—0·12	4·7	1·0	7·4	6·4	8·1	210	16·0	176	43
Juni . . .	1·6	2·0	3·6	5·1	0·20	—0·31	4·0	0·5	7·6	6·5	8·4	317	18·8	198	48
Juli	—2·1	2·4	4·5	5·9	0·15	0·32	4·8	1·0	7·4	6·8	6·4	154	13·6	300	73
Aug. . . .	—2·1	2·4	4·5	6·1	—0·15	—0·32	4·5	0·5	7·4	6·8	5·7	139	16·2	283	70
Sept. . . .	—2·0	2·2	4·2	6·0	0·10	—0·35	4·8	0·0	7·6	6·6	5·7	185	16·6	229	62
Okt. . . .	—2·0	2·5	4·5	5·8	—0·25	—0·22	4·5	0·2	7·7	6·3	5·8	156	14·0	218	61
Nov. . . .	—1·5	2·3	3·8	5·6	—0·40	—0·16	4·5	0·5	7·9	5·9	7·0	101	14·2	152	47
Dez. . . .	—1·5	2·2	3·7	6·9	—0·37	0·08	5·0	1·0	8·3	6·3	7·2	142	15·4	134	41
Jahr . . .	—1·7	2·2	3·9	5·9	—0·25	—0·18	4·7	0·7	7·8	6·5	7·1	1974	191·2	2274	51

Zi-ka-wei.

31° 11·5′ n. Br., 121° 11′ ö. L. v. Gr. 7 *m*.

	Mittl. Ordin.	Period. tägl. Extreme		Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Bewölkung	Regen		Eintritt der Phasenzeiten			
				period.	aperiod.	period.	aperiod.		Menge	Tage	Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel nachm
Jänn.	1·72	—2·3	3·2	5·5		-0·45		6·2	10·1	52	6·5	1·5	9·0	7·0
Febr.	1·60	—2·2	3·0	5·2		0·40		6·8	10·7	62	6·0	1·8	9·0	7·4
März	2·09	-2·8	3·7	6·5		0·45		6·8	12·9	84	5·7	1·7	8·6	7·0
April	2·19	—3·0	3·7	6·7		0·35		6·7	13·0	89	5·0	1·7	8·1	6·7
Mai	2·34	—3·3	3·8	7·1		0·25		7·0	12·8	92	4·7	1·5	7·8	6·7
Juni	1·78	—2·5	3·5	6·0		0·50		7·4	13·7	172	4·7	2·0	7·9	6·9
Juli	1·58	-2·2	2·7	4·9	fehlen	—0·25	fehlen	6·1	10·6	120	4·7	1·5	7·9	6·8
Aug.	1·80	—2·5	2·9	5·4		-0·20		5·6	11·4	155	4·6	1·5	7·8	6·5
Sept.	1·95	—2·6	3·6	6·2		—0·50		6·4	11·9	124	4·7	1·0	7·7	6·3
Okt.	2·26	—2·8	3·9	6·7		-0·55		5·8	9·7	81	5·0	1·0	7·9	6·3
Nov.	2·24	—2·9	3·8	6·7		0·45		5·1	7·8	49	5·8	1·5	8·3	6·4
Dez.	1·07	—2·9	3·9	6·2		0·50		4·8	6·8	29	6·5	1·7	8·8	6·6
Jahr	1·96	—2·7	3·5	6·2		0·40		6·2	131·4	1109	5·3	1·5	8·2	6·7

Tokyo.

35° 41′ n. Br., 139° 45′ ö. L. v. Gr. 21 *m.*

	Mittl. Ordin.	Period. tägl. Extreme		Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Bewölkung	Sonnenschein Dauer in Proz.	Regentage	Eintritt der Phasenzeiten			
				period.	aperiod.	period.	aperiod.				Min.	Max.	Tagesmittel vorm.	Tagesmittel abends
Jänner	2·27	−3·4	4·4	7·8	10·4	−0·50	−0·46	3·7	62	9·2	6·9	2·6	9·4	8·1
Febr.	2·18	−3·3	4·1	7·4	9·5	0·40	−0·28	5·1	51	13·0	6·1	2·6	9·3	8·3
März	2·04	−3·4	3·6	7·0	10·0	−0·10	−0·14	5·6	42	14·2	5·9	2·8	9·3	8·4
April	2·10	−3·4	3·6	7·0	9·8	−0·10	+0·02	6·3	37	16·8	5·4	2·3	8·8	8·3
Mai	2·12	3·6	3·6	7·2	10·0	0·00	+0·08	6·6	37	15·3	4·9	2·2	8·4	7·8
Juni	1·80	2·8	3·1	5·9	7·6	−0·15	0·14	7·5	25	17·3	4·8	2·1	8·3	7·5
Juli	1·85	2·8	3·2	6·0	7·8	0·20	−0·38	6·8	37	16·6	4·9	2·1	8·3	7·5
Aug.	2·01	−3·0	3·4	6·4	8·0	−0·20	−0·38	6·1	44	13·9	5·1	1·8	8·6	7·1
Sept.	1·67	2·4	3·0	5·4	8·1	−0·30	−0·36	7·2	31	18·4	5·3	2·1	8·7	7·1
Okt.	2·00	−2·8	3·7	6·5	9·6	−0·45	−0·24	6·6	36	14·3	6·0	2·1	9·0	7·5
Nov.	2·29	−3·5	4·5	8·0	10·5	−0·50	−0·38	4·6	54	10·8	6·0	2·2	9·1	7·6
Dez.	2·45	3·6	5·1	8·7	11·2	0·75	−0·41	3·4	65	8·1	6·8	2.2	9·3	8·1
Jahr	2·07	3·2	3·8	7·0	9·4	0·30	0·26	5·8	43	167·0	5·7	2·3	8·9	7·8

Alice Springs.

23° 38′ s. Br., 133° 37′ ö. L. v. Gr. 587 *m.*

	Mittel			Mittl. Ordinate der Tageskurve	Tägl. Amplitude		Regenmenge (16 J.)	Eintritt der Phasenzeiten			
	8 mal tägl. 3stünd.	der tägl. Extr.	Korr. der Extr.		period.	aperiod.		Min.	Max.	Tagesmittel morg.	Tagesmittel abends
Jänner	29·8	29·8	0·0	4·23	13·6	17·0	51	5·4	1·9	8·6	8·8
Febr.	28·5	28·3	+0·2	4·26	13·5	16·2	47	5·6	2·2	8·8	9·2
März	25·5	25·2	+0·3	4·28	14·2	16·1	27	5·6	2·2	8·8	9·2
April	20·3	20·1	+0·2	4·17	13·8	15·4	18	5·7	1·8	8·8	8·8
Mai	15·9	16·0	−0·1	4·22	14·0	15·3	8	5·9	1·8	8·9	8·4
Juni	12·2	12·4	−0·2	4·20	14·2	14·7	13	6·1	2·0	9·1	8·3
Juli	11·0	11·3	−0·3	4·71	15·4	17·0	1	5·9	2·0	9·1	8·5
Aug.	15·2	15·4	−0·2	4·87	15·9	17·8	3	5·8	1·9	8·9	8·6
Sept.	19·2	19·0	+0·2	4·88	15·8	18·3	7	5·6	2·1	8·7	8·6
Okt.	23·0	23·0	0·0	4·73	15·2	17·9	18	5·6	1·8	8·5	8·6
Nov.	26·5	26·8	−0·3	4·58	14·9	17·8	10	5·1	1·8	8·4	8·4
Dez.	28·2	28·2	0·0	4·14	13·7	17·8	23	5·1	1·8	8·3	8·7
Jahr	21·3	21·3	0·0	4·44	14·5	16·7	226	5·6	1·9	8·3	8·7

Herbertshöhe.

4° 21′ s. Br., 152° 17′ ö. L. v. Gr. 60 *m*.

	Amplitude		Korrektion der Mittel der tägl. Extreme		Mittl. Bewölkung	Regen		Mittl. Eintritt			Tagesmittel	
									Max.			
	period.	aperiod.	period.	aperiod.		Menge	Tage	Min.	a.	b.[1]	Vormittag	Nachmittag
Jänner	5·2	5·9	0·3	0·0	6·8	294	10·0	5·0	1·5	1·4	7·7	6·3
Febr.	5·0	5·9	0·3	0·4	7·3	280	21·5	5·0	0·5	1·3	7·8	6·3
März	5·2	6·1	-0·3	0·3	6·7	171	14·5	5·5	0·5	1·0	7·7	6·2
April	5·4	6·2	0·3	—0·4	6·3	140	13·5	5·5	0·5	0·9	7·6	6·1
Mai	5·4	6·2	-0·4	0·4	5·8	101	10·7	5·0	0·7	0·7	7·7	6·0
Juni	5·1	6·0	-0·4	0·3	6·0	155	13·0	5·0	0·7	0·6	7·8	6·0
Juli	4·9	5·8	0·3	-0·2	6·2	120	14·5	5·0	0·8	0·5	7·9	6·0
Aug.	5·0	5·9	0·3	0·2	6·2	105	15·0	5·5	0·5	0·4	7·9	6·0
Sep	5·3	6·1	0·4	0·3	5·4	110	11·0	5·5	0·5	0·7	7·8	6·0
Okt.	5·0	6·3	0·4	0·7	5·3	77	11·0	5·5	0·5	0·9	7·7	5·0
Nov.	5·0	6·4	0·4	—0·8	7·0	240	10·0	4·8	0·5	1·1	7·6	5·7
Dez.	5·4	6·2	0·3	0·8	5·5	133	10·0	4·8	1·0	1·0	7·6	6·0
Jahr	5·3	6·1	0·3	—0·45	6·3	1938	172·7	5·2	0·7	0·8	7·7	6·0

Nachweise und Erläuterungen.

Bombay. 18° 54′ n. Br., 72° 49′ ö. L. v. Gr. 10 *m*.

Colaba Observatorium, auf einer schmalen Halbinsel gelegen. 1873—96 stündlich. Die Abweichungen der Stundenmittel von dem Tagesmittel (F.) entnommen der Publikat.: Magn. and Met. and Seismological Observations at the Governm. Observ. Bombay 1898, 1899 App. *B*. In diesem Appendix findet man den täglichen Gang des Luftdruckes und der Temperatur zunächst im Mittel der Jahre 1876—95 (also 20 Jahre) mit einer außerordentlichen Präzision für die einzelnen Monate der 20 Jahrgänge berechnet und ebenso für jeden Monat die Konstanten der Sinusreihen. In Appendix *C* finden sich die Normalmittel tägliche und stündliche Werte für die Periode 1873—96, also für 24 Jahre, für Luftdruck, Temperatur, Dampfdruck, Windkomponenten und Regenfall (für diesen aber keine Stundenwerte). Ich habe in meiner Tabelle des täglichen Temperaturganges die Mittel der Jahre 1873—96 aufgenommen, die Mittel der täglichen unperiodischen Extreme fehlen leider auch in Charles Chambers großem Werke: Meteorology of the Bombay Presidency. Ich habe die unperiodischen täglichen Amplituden berechnet nach den Daten in Indian Met. Memoirs, Vol. XIII, die Korrektionen des Mittels der täglichen unperiodischen Extreme sind Vol. XVII entnommen. Die Regenzeit setzt in Bombay mit überraschender Plötzlichkeit ein und Regenmenge und Himmelsbedeckung drücken während derselben die täglichen Temperaturvariation auf ein Minimum herab, wie kaum an einem anderen Orte in Indien. Die Abhängigkeit der täglichen Amplituden von der Bewölkung ersieht man aus folgenden korrespondierenden Mitteln.

Mittlere tägliche Amplitude	5°8	4°6	2°9	1°7
Bewölkung	1·4	2·3	5·9	8·8

Einer Zunahme der Bewölkung um 2·5 (Skale 0—10) entspricht beiläufig eine Abnahme der täglichen Amplitude um 1°4.

[1] Unperiodische mittlere Eintrittszeit.

Calcutta (Alipore).

22° 32' n. Br., 88° 20' ö. L. v. Gr. 21·4 *m.*

Registrierungen (photographische Kurven) 1881 bis 1893. Bearbeitet von E. Douglas Archibald Esq. (Indian Met. Mem., Vol. V, XII). Das Observatorium liegt am linken Ufer des Hugli, am oberen Ende des Delta, 110 *km* rund von der Bai von Bengalen, in einem südlichen Vorort von Calcutta, auf einer offenen grasigen Ebene, von Landhäusern mit Gärten zum Teil umgeben. Die Thermometer befinden sich 1·3 *m* über dem Boden, die Thermometerhütte wird von entfernten Bäumen beschattet.

Archibald macht aufmerksam auf den frühen Eintritt des Temperaturmaximums zur Regenzeit unter dem Einflusse der südöstlichen Seewinde. Über dem offenen arabischen Meere treten die Maxima ein: Juni um 0·6, Juli 1·2, August 2·0^h p. m. Das Minimum schon um 4^h a. m.

Durchschnittlich tritt der Wechsel zwischen dem nordwestlichen Landwind und dem südöstlichen Seewind in Calcutta erst um 4$^1/_2{}^h$ p. m. ein.

Das mittlere Verhältnis der Amplituden der ganztägigen Temperaturwelle zur halbtägigen beträgt zu

Ort	Calcutta	Sibsagar	Dhubri	Patna	Agra	Lucknow	Allahabad	Deesa	Lahore	Leh
$a_1 : a_2$	3·8	4·2	4·0	4·3	3·9	4·3	3·4	4·5	3·9	3·6

Im Gesamtmittel also (ohne Leh) 4·0.

Die rascheste Temperaturzunahme über den Ebenen von Nordindien findet zwischen 8^h und 9^h a. m. Die Sonnenhöhe beträgt dann (im Mittel) 30°. Die Insolation ist deshalb schon sehr kräftig, ebenso die Wärmereflexion und Leitung vom Boden her, während die Konvektionsströmungen noch nicht so lebhaft sind wie später.

Das Verhältnis der Temperaturzunahme von 6^h a. m. bis Mittag zur ganzen Tagesamplitude ist ziemlich konstant das Jahr über und beträgt 0·87, der Temperaturfall von 4^h nachmittags bis 10^h abends in gleicher Weise 0·69 (der Tagesamplitude).

Die Dauer des Ansteigens und Fallens der Temperatur beträgt in den indischen Jahreszeiten:

	Regenzeit	Kühle Zeit	Heiße Zeit
	Juni—Sept.	Okt.—Febr.	März—Mai
	Stunden		
Die Temperatur steigt . .	8	9	10
» fällt . .	10	15	14

Die Größe der mittleren täglichen Temperaturschwankung zeigt eine entschiedene Abhängigkeit von der mittleren relativen Feuchtigkeit.

	Calcutta	Sibsagar	Dhubri	Goalpara	Lucknow	Deesa	Agra	Allahabad
Mittlere Temperaturamplitude	6·7	7·8	7·2	7·3	12·0	13·4	11·7	11·8
Relative Feuchtigkeit %	78	86	80	72	59	47	53	63

Das Mittel der ersten vier Stationen ist 7°2 Amplitude 81% relative Feuchtigkeit, im Mittel der letzten vier Stationen beträgt die Amplitude 12°4, bei einer mittleren relativen Feuchtigkeit von 55%.

Der kälteste Tag ist zu Calcutta der 25. Dezember mit 17°2, der wärmste der 20. Mai mit 30°4. Die absoluten Extreme der 13 Jahre (1881 bis 1893) waren 7°2 (29. Dezember 1878) und 41°4 (14. Juni 1888).

Die stündlichen Beobachtungen an Termintagen in Indien.

Im Jahre 1873 wurden stündliche Ablesungen am Barometer, Thermometer etc. an vier Tagen in jedem Monate an einigen ausgewählten Stationen in Bengalen und Assam eingeführt, um den täglichen Gang aller meteorologischen Elemente auf diesem Wege mit der Zeit festzustellen. Nach der Gründung einer meteorologischen Anstalt für Indien im Jahre 1875 wurde dieses System auf die übrigen Teile des Reiches ausgedehnt und allmählich an 26 Stationen in Tätigkeit gebracht. An den Stationen in Bengalen, Assam und den nordwestlichen Provinzen wurden diese Beobachtungen bis 1885 ausgeführt, in den Zentralprovinzen, Bombay, Burma bis 1887 und 1888 und in Südindien bis 1889. Überall wurden stündliche Beobachtungen der Temperatur, des Luftdruckes, der Feuchtigkeit, der Bewölkung, der Windrichtung und Stärke etc. am 7., 14., 21. und 28. eines jeden Monates während mindestens 10 Jahrgängen erhalten. Jede Serie besteht aus 25 stündlichen Beobachtungen, beginnend und endend mit Mitternacht. Die erste und letzte Ablesung jeder Serie diente zur Elimination der unperiodischen Änderungen. In einem so gleichmäßigen Klima, wie es Indien hat, konnte aus diesem Material schon ein recht befriedigender Gang der meteorologischen Elemente abgeleitet worden.

Die Bearbeitung dieses Materials geschah durch Henry F. Blanford und nach dessen früh erfolgten Hinscheiden hauptsächlich durch seinen Nachfolger John Eliot. Die Bearbeitung ist eine außerordentlich gründliche und streng wissenschaftliche, zahlreiche Diagrammtafeln erläutern die Eigentümlichkeiten des täglichen Ganges, man kann sagen aller meteorologischen Elemente. Die Publikation der Ergebnisse erfolgte in den Quartbänden V und IX der Indian Meteorological Memoirs (Bd. V 525 S. mit 82 Tafeln, 1892 bis 1895, Bd. IX 638 S. mit 79 Tafeln, 1895 bis 1897). Diese Bände enthalten einen zum Teil noch ungehobenen Schatz von höchst interessanten Daten über den täglichen Gang aller meteorologischen Elemente in Indien. Bd. V. enthält: Sibsagar, Goalpara, Patna, Hazaribagh, Dhubri, Roorkee, Allahabad, Lucknow, Agra, Leh, Deesa, Kurrachee, Lahore (und täglicher Barometergang in Simla). Bd. IX enthält Chittagong, Cuttak, Jubbulpore, Pachmarhi, Nagpur, Poona, Belgaum, Bellary, Trichinopoly, Rangoon, Aden, Calcutta, Jeypore.

Nach den Daten in diesen beiden Bänden sind meine Tabellen des täglichen Temperaturganges bearbeitet worden. Ich habe mit sehr wenigen Ausnahmen, die verzeichnet worden sind, nicht den nach den Formeln berechneten täglichen Gang, sondern den beobachteten Gang in meine Tabellen aufgenommen. Die Eintrittszeiten der Minima sind von Blanford und Eliot sowohl den Beobachtungen entnommen (nach Jelinek's Methode) als auch der Rechnung; ich habe stets die ersteren Daten aufgenommen. Die Maxima scheinen stets aus den Beobachtungen (nach Jelinek's Schema) berechnet worden zu sein. Auch die Werte der täglichen Extreme sind nicht die der Tabellen, sondern (aus den Beobachtungen nach Jelinek) interpoliert, daher größere Amplituden. Die Eintrittszeiten der Media habe ich selbst abgeleitet.

1. Trichinopoly, 10° 50' n. Br., 78° 44' w. L. v. Gr., 78 *m*, rund 100 *km* vom Meer, liegt in einem der heißesten und trockensten Distrikte. Termintage von Dezember 1881 bis März 1889, also 36 bis 41 pro Monat. (Vol. IX.)

2. Bellary, 15° 9' n. Br., 76° 57' ö. L. v. Gr., 449 *m*. Dezember 1881 bis März 1889, 36 bis 41 tägliche Serien. (IX.)

3. Belgaum, 15° 52' n. Br., 74° 42' ö. L. v. Gr., 769 *m*, liegt im südwestlichen Deccan ungefähr 32 *km* vom Rande des Plateaus. Termintage von Juli 1879 bis März 1888. 25 bis 33 tägliche Serien. (IX.)

4. Rangoon, 16° 46' n. Br., 96° 12' ö. L. v. Gr. 13 *m*. Im Delta des Irrawadi, 40 *km* vom Golf von Mataban, am Nordrande der Stadt. Umgebung flach. Termintage Jänner 1877 bis November 1887, 43 bis 44 Tage pro Monat (Dezember 39). (IX.)

5. Poona, 18° 28' n. Br., 74° 10' ö. L. v. Gr., 382 *m*, liegt südöstlich von Bombay, zirka 50 *km* vom Westrande des Plateaus. Juni 1879 bis März 1888, 28 bis 33 tägliche Serien. (IX.)

6. Cuttack, 20° 29' n. Br., 85° 54' ö. L. v. Gr., 24 *m*. Ostküste Vorderindiens an der Spitze des großen Deltas des Mahanadi, rund 90 *km* vom Meere. Nach stündlichen Beobachtungen an Termintagen berechnet von John Eliot. Indian Met. Mem., IX, p. 33 etc. 30 bis 40 tägliche Serien. Ich habe die mittels vier periodischen Gliedern berechneten Abweichungen in meine Tabelle aufgenommen, da die Zah der Beobachtungen wohl noch zu gering. Die Phasenzeit des Minimums ist aber aus den beobachteten Werten berechnet. Das Minimum tritt hienach im Jahresmittel 32 Minuten vor Sonnenaufgang ein (berechnet 28 Minuten, also nahe gleich). J. Eliot gibt folgende Verhältniszahlen für Amplitude der ganztägigen und der halbtägigen Temperaturwelle.

Cuttack	Kurrachee	Deesa	Agra	Allahabad	Lucknow	Roorkee	Lahore	Patna
Verhaltnis der Amplituden $a_2 : a_1$								
0·30	0·33	0·22	0·26	0·29	0·23	0·23	0·26	0·23
Mittlerer Eintritt des Temperaturminimums								
5·47	5·58	5·63	5·05	5·55	5·83	6·00	5·53	5·42

Seite 47 (l. c.) findet man die Korrektionen auf wahre Tagesmittel für verschiedene Terminkombinationen. Die beste darunter ist $(6^h + 10^h + 4^h + 10^h):4$ das ganze Jahr hindurch. 4^h a. statt 6^h ist schlechter.

7. Nagpur, 21° 9' n. Br., 79° 11' ö. L. v. Gr., 382 *m*, liegt fast im Zentrum Indiens am Rande einer großen Ebene ungefähr 65 *km* südlich von der Satpura Range. 47 bis 52 tägliche Serien. (IX.)

8. Chittagong, 22° 21' n. Br., 91° 50' ö. L. v. Gr., 26 *m*. Äußerste Nordostecke der Bai von Bengalen, gleiche Breite mit Calcutta, Küste von Arakan. Chittagong liegt auf niedrigen Hügeln, die sich aus dem Alluvium des Megna erheben. Terminbeobachtungen Jänner 1876 bis Dezember 1885, 40 tägliche Serien pro Monat. Bearbeitet und diskutiert von H. F. Blanford. Vol. IX.

9. Pachmarhi, 22° 28' n. Br., 78° 28' ö. L. v. Gr., 1075 *m*. Termintage stündlich (alle Elemente) berechnet von John Eliot (Ind. Met. Mem., Vol. IX, 125 etc.). Pachmarhi liegt auf einem Plateau der Satpura Range, 760 *m* über der Ebene des Narbudda Tales, in rund 1080 *m* Seehöhe. Das Plateau ist bewaldet, aber in der Umgebung der Station schon großentheils baumfrei. Mittel von 44 bis 48 täglichen Serien. Die nach Sinusreihen (mit vier periodischen Gliedern) berechneten Daten befriedigen nicht, es sind auch noch die Konstanten des dritten und vierten Gliedes zu groß, zum Beispiel: November $a_1 = 5°36$, $a_2 = 1·36$, $a_3 = 0·79$, $a_4 = 0·61$ und die damit berechneten Werte verlaufen unnatürlich, zum Beispiel Dezember und Jänner Mitternacht bis 6^h: —4·0, —4·3, —4·4, —4·4, —4·9!, —5·4!, —5·3; beobachtet: —3·7, —4·1, —4·4, —4·7, —5·0, —5·2, —5·2; dann um Mittag im Oktober, November, Dezember:

	10h	11h	Mittag	1h	2h	3h	4h
Berechnet	4·5	4·7	4·7	4·0	5·3	5·4	5·1
Beobachtet	3·8	4·0	5·0	5·2	5·3	5·1	4·0

Ich habe mich deshalb ganz an die beobachteten Werte gehalten, die allerdings in den Monaten, in denen der tägliche Gang geringfügig (Juni—September), noch manche Unregelmäßigkeiten zeigen.

Eliot berechnet das Verhältnis der Temperaturänderung von 6^h bis Mittag und von 4^h nachmittags bis 10^h abends zur totalen Temperaturschwankung. Dieses Verhältnis ist auffallend konstant, nur Juli und August geben kleinere Werte. Fast die ganze Temperatursteigerung vollzieht sich in den 6 Stunden 6^h bis Mittag (0·84 derselben).

10. Jubbulpore, Zentralindien im oberen Nerbudda Tal, 23° 9′ n. Br., 79° 59′ ö. L. v. Gr., 408 *m*. Termintage berechnet von John Eliot. Indian Met. Memoirs, Vol. IX, p. 47 etc. Mittel von 49 bis 52 täglichen Serien.

Die Zeit des Minimums ist den Beobachtungen entnommen. In p. 91 wird die Temperaturänderung pro Stunde in den verschiedenen Jahreszeiten mitgeteilt und das Verhältnis der Temperaturzunahme von 6^h a. m. bis Mittag und der Temperaturabnahme von 4 bis 10^h p. m. mit der ganzen Tagesamplitude verglichen. Das Verhältnis beträgt für die Temperaturzunahme recht konstant 0·88, für die Temperaturabnahme 0·61.

11. Hazaribagh, 24° n. Br., 85° 24′ ö. L. v. Gr., 612 *m*. Lage auf dem höchsten Teil des Plateaus zwischen Gangesdelta und Sone Tal. Klima trocken und gesund, ausgenommen die Regenzeit mit dem östlichen Monsun von der Bai. Jänner 1873 bis Dezember 1885, 52 tägliche Serien pro Monat.

12. Deesa, 24° 16 n. Br., 72° 14′ ö. L. v. Gr., 142 *m*. 80 *km* rund östlich von dem Runn of Cutch auf einer offenen sandigen Ebene, spärlich mit Gras und Busch bedeckt. November 1878 bis März 1888, 28 bis 35 tägliche Serien.

13. Kurrachee, 24° 47′ n. Br., 67° 4′ ö. L. v. Gr., 15 *m*, der Hafen von Sind, in der nordwestlichen Ecke des Indus Delta auf einer flachen, wüsten Fläche, Mittel von 28 bis 34 täglichen Serien pro Monat.

14. Allahabad, 25° 26′ n. Br., 81° 52′ ö. L. v. Gr., 94 *m*, im Zentrum der großen Gangesebene an dem Zusammenfluß des Ganges und des Jumna.

Die Alluvialebene des Ganges ist nach Norden bis auf 240 *km* hin völlig eben, im Süden erheben sich in zirka 20 *km* Hügelreihen. Der Boden ist nur während der Regenzeit mit etwas Vegetation bedeckt, sonst ausgetrocknet fast zur Konsistenz von Backsteinen. Die stündlichen Beobachtungen an Termintagen begannen Jänner 1876 und wurden bis November 1885 fortgesetzt, es kommen deshalb etwa 40 Termintage auf den Monat. Indian Met. Memoirs, Vol. I, enthalten eine schöne Abhandlung von Hill über das Klima von Allahabad (Auszug siehe Met. Zeitschr., 17. Bd., 1882, p. 317). Vol. VI, p. 139, findet sich eine gründliche Abhandlung desselben Autors über die Bodentemperatur in Allahabad, nach welcher ich auszugsweise die folgende Tabelle zusammengestellt, respektive berechnet habe.

Die Bodentemperaturbeobachtungen, zuerst stündlich an vier Termintagen in jedem Monat, begannen 1881, wurden dann zu den Stunden 4^h, 10^h, 4^h, 10^h fortgesetzt, später nur 10^h, 4^h, 10^h und umfaßen $5^1/_2$ Jahre. Ich nehme hier nur den täglichen Gang im Jahresmittel auf. Die Monatsmittel der Bodentemperatur liegen von mehr als sechs Jahren vor, Mai 1880 bis August 1886. Für den täglichen Gang

Allahabad. Jahresmittel der Temperatur.

	Luft	Boden Tiefe		Abweichungen vom Mittel			Boden-Luft
				Luft	Boden		
	1·2 *m*	1·3 *cm*	30·5 *cm*	1·2 *m*	1·3 *cm*	30·5 *cm*	
Mitternacht	22·1	23·8	27·6	−3·1	−3·4	0·4	1·7
1	21·7	23·3	27·4	−3·0	−3·9	0·2	1·6
2	21·4	22·9	27·3	−3·9	−4·3	0·1	1·5
3	21·1	22·4	27·2	−4·3	−4·8	0·0	1·3
4	20·6	22·1	27·1	−4·7	−5·1	−0·1	1·5
5	20·1	21·7	27·0	−5·1	−5·5	−0·2	1·6
6	20·1*	21·6	26·9	−5·2*	−5·6*	−0·3	1·5
7	21·1	21·9	26·9	−4·3	−5·3	−0·3	0·8
8	23·1	24·1	26·8	−2·1	−3·1	−0·4	1·0
9	25·5	27·2	26·8	0·3	0·0	−0·4	1·7
10	27·8	30·2	26·7	2·4	3·0	−0·5	2·4
11	29·5	32·2	26·7*	4·1	5·0	−0·5*	2·7
Mittag	30·6	33·6	26·7	5·4	6·4	−0·5	3·0
1	31·3	**34·3**	26·8	6·1	**7·1**	−0·4	3·0
2	**31·7**	34·2	26·9	**6·4**	7·0	−0·3	2·5
3	31·7	33·7	27·0	6·2	6·5	−0·2	2·0
4	30·8	32·8	27·2	5·6	5·6	0·0	2·0
5	29·2	31·4	27·3	4·0	4·2	0·1	2·2
6	27·3	29·7	27·5	1·8	2·5	0·3	2·4
7	25·6	28·1	27·6	0·3	0·9	0·4	2·5
8	24·4	26·9	27·7	−0·7	−0·3	0·5	2·5
9	23·8	25·9	**27·8**	−1·4	−1·3	**0·6**	2·1
10	23·3	25·0	27·7	−1·8	−2·2	0·5	1·7
11	22·7	24·4	27·7	−2·7	−2·8	0·5	1·7
Mittel	25·3[1]	27·22	27·18	11·6	12·7	1·1	1·9

fehlen leider korrespondierende Mittel der Lufttemperatur, weshalb den Differenzen Boden—Luft (täglicher Gang) geringere Bedeutung zukommt. Die Gleichungen des täglichen Temperaturganges sind:

Luft $(+120\,cm)$ $25\cdot 20 + 5\cdot 44 \sin(232\cdot 0 + x) + 1\cdot 58 \sin(56\cdot 9 + 2x)$

Boden $(-1\cdot 3\,cm)$ $27\cdot 21 + 6\cdot 03 \sin(230\cdot 5 + x) + 1\cdot 81 \sin(62° + 2x)$

» $(-30\cdot 5\,cm)$ $27\cdot 18 + 0\cdot 51 \sin(123\cdot 5 + x) + 0\cdot 08 \sin(154° + 2x)$

Da die Beobachtungen der Bodentemperatur nicht an der Oberfläche selbst angestellt worden sind, so ist nach dem Fortschreiten der Temperaturwelle bis zu 30·5 *cm* an die Phasenzeiten des Ganges in 1·3 *cm* eine Korrektion von —23 Minuten anzubringen (nach Hill), um sie auf die Bodenoberfläche zu reduzieren.

---

[1] Berechnet, die Abweichungen nach den Beobachtungen.

Die Eintrittszeiten der Extreme und der Media sind hienach:

	Minimum	Maximum	Mittel	
	a. m.	p. m.	a. m.	p. m.
Luft	5·0	2·2	8·9	7·3
Bodenoberfläche	5·4	1·0	8·6	7·3

Der Gang der Lufttemperatur zeigt die gewöhnliche Verspätung des Eintrittes des Maximums um mehr als eine Stunde.

Der Vollständigkeit halber mögen die korrespondierenden Monatsmittel der Luft- und Bodentemperatur und des Regenfalls noch hier Platz finden.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Luft (1·2 *m*)	15·4	17·7	24·9	30·7	33·1	32·8	28·8	28·4	28·2	24·9	18·6	15·2	24·9
Boden (1·3 *cm*)	17·3	20·0	27·2	33·8	36·3	35·2	30·6	30·4	30·5	27·7	21·5	17·0	27·3
» (30·5 *cm*) . . .	18·4	20·3	26·1	31·4	34 5	34·5	30·9	30·6	30·6	28·1	23·1	18·9	27·3
Regen *mm*	18	2	10	2	9	148	281	208	98	51	0	12	845

Im Mai 1900 wurden zu Allahabad zweistündige Beobachtungen der Boden- und Lufttemperatur angestellt, von 6^h a. m. bis 10^h p. m., welche Sir John Eliot in Vol. XII der Indian Met. Mem. veröffentlicht hat (p. 51 etc.). Die wichtigsten Ergebnisse mögen hier in aller Kürze folgen. Der Boden ist harter Alluvialboden, im Juni ganz ausgedörrt, zum Teil mit vertrocknetem Gras bedeckt. Es wurde an zwei Thermometern die Temperatur an der Bodenoberfläche abgelesen, das eine war blank, das andere ganz leicht mit Erde bedeckt. Dieses letztere gab nachmittags höhere, morgens tiefere Temperaturen.

Temperatur der Bodenoberfläche und der Luft.

	Mai					
	6^h		Mittag		2^h p. m.	
	Luft	Boden	Luft	Boden	Luft	Boden
Mittel . .	27·7	26·9	38·4	60·2	39·4	59·7
Abweich.	− 5·6	14·2	5·1	19·1	6·1	18·6

Das Mittel der Lufttemperatur war 33·3, das der Bodentemperatur 41·1. Das Maximum tritt in der Luft um 2^h ein, an der Bodenoberfläche nach Mittag (1^h). Die Bodentemperatur blieb höher als die Lufttemperatur von 6^h 15^m a. m. bis 8^h p. m., während $13^3/_4$ Stunden. In der Nacht war die Bodentemperatur niedriger als die Lufttemperatur.

Zum Vergleich mögen die entsprechenden Temperaturen von Jeypore (1885) auch an dieser Stelle Platz finden.

Jeypore 1885.

Mai				Dezember			
	Luft	Boden	Differenz		Luft	Boden	Differenz
6^h a. m.	23·7	20·8	− 2·9	7^h a. m. . . .	9·5	5·4	4·1
1^h p. m. . .	30·8	60·7	+23·9	1^h p. m. . . .	21·3	32·3	+11·0
Mittel	29·8	35·3	+ 5·5	Mittel	14·9	15·4	+ 0·5

Das Maximum der Lufttemperatur wurde im Mai auch schon um 1^h erreicht, im Dezember erst um $2^1/_2{}^h$ p. mit 22°1.

15. Patna, 25° 37' n. Br., 85° 14' ö. L. v. Gr., 56 *m*. Am hohen Südufer des Ganges (Steilrand eines alten Alluviums), unterhalb des Einflusses des Sone, in der großen Alluvialebene dieser Flüsse, grasige Fläche. Termintage August 1873 bis Ende 1885, 48 tägliche Serien Jänner bis Juli, 52 August bis Dezember.

16. Lucknow, 26° 50' n. Br., 81° 0' ö. L. v. Gr., 113 *m*. Die Station liegt im Herzen der großen Gangesebene, mittewegs zwischen den Ausläufern des Himalaya und den Höhen südlich vom Jumna, in fast 900 *km* direkten Abstand von der See und 160 *km* vom Fuße des Himalaya. Die Station scheint ziemlich günstig gelegen gewesen zu sein. Die Beobachtungen umfassen 40 tägliche Serien für Jänner bis November und 44 für Dezember (November 1875 bis Dezember 1885).

17. Jeypore, 26° 55' n. Br., 75° 50' w. L. v. Gr., 436 *m*. Auf einer kleinen Ebene, besser Mulde zwischen steilen Bergen, in Zentralindien gelegen. Stündliche Beobachtungen an Termintagen (vier pro Monat) Jänner 1881 bis Mai 1896, Jänner bis Mai 64 tägliche Serien, Juni bis Dezember je 60. (Ind. Met. Mem., Vol. IX.)

Im Jahre 1885 sind stündliche Beobachtungen der Bodentemperatur angestellt worden: an der Bodenoberfläche, in 4 Zoll, in 1 und 3 Fuß (engl.) Tiefe. Es schien mir die Mühe zu lohnen, dieselbe im Vergleich mit den korrespondierenden Lufttemperaturen eingehender zu berechnen, beschränkte mich aber dabei auf die Jahresmittel.

Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse dieser Berechnungen. Ich habe dem Report on the Met. of India 1885 die korrespondierenden Mittel der Lufttemperatur entnommen, um den Vergleich zwischen Lufttemperatur und Bodentemperatur schärfer darzustellen. Das Mittel der Terminbeobachtungen der Lufttemperatur ist 24·7, das Mittel des Jahres 1885 ist aber nur 24·0. An dieses Mittel wurden die Abweichungen der Stundenmittel angebracht, die ja von dem Temperaturmittel selbst als fast unabhängig angesehen werden können. Der tägliche Gang der Bodentemperatur ist mit drei periodischen Gliedern von mir berechnet und dem schon berechnet vorliegenden Gange der Lufttemperatur gegenübergestellt worden. Die Differenzen Bodenoberfläche-Luft habe ich aber (nach mehrfachen Versuchen) lieber den unmittelbaren Beobachtungsergebnissen entnommen. Die beobachteten Nachttemperaturen der Bodenoberfläche werden, wegen der starken Krümmung der Kurve bei Tag, noch nicht befriedigend durch drei Glieder dargestellt.

Täglicher Gang der Temperatur zu Jeypore im Mittel des Jahres 1885.

	Luft	Bodentemperatur			Windgeschwindigkeit Abweichungen vom Mittel	Temperatur Differenz Boden — Luft	Täglicher Gang Abweichungen			Luft berech.
		Oberfläche	2·5 *cm*	30·5 *cm*			Lufttemp. beob.	Bodenoberfläche beob.	Bodenoberfläche berech.	
Mitternacht	20·4	17·4	26·1	27·0	−1·5	−3·0	−3·6	−9·7	9·0	3·6
1	20·1	16·8	25·5	20·7	−1·5	−3·2	−3·9	−10·3	9·8	−4·0
2	19·7	16·5	24·9	26·4	−1·4	−3·3	−4·3	−10·7	−10·1	−4·2
3	19·4	15·9	24·3	26·2	1·5	−3·4	−4·8	−11·2	−11·0	−4·6
4	18·8	15·4	23·8	25·8	−1·5*	−3·5*	−5·2	−11·7	−12·2	−5·2
5	18·5	14·9*	23·3	25·0	1·6*	−3·5	−5·5	−12·2*	−12·9*	5·7*
6	18·3*	15·1	22·9	25·3	1·3	−3·2	−5·7*	−12·1	12·5	−5·6
7	19·4	17·4	22·5*	25·1	0·7	2·0	−4·6	−9·7	−9·8	−4·3
8	22·1	24·2	23·0	25·1*	0·3	2·1	−1·9	−8·5	−4·9	−1·9
9	25·0	31·2	24·2	25·1	1·6	6·2	1·0	4·6	1·9	0·8
10	26·9	37·3	25·8	25·2	2·0	10·4	2·9	10·1	9·5	3·1
11	28·3	43·1	27·9	25·2	2·0	14·8	4·3	16·6	16·2	4·6
Mittag	29·4	46·1	30·0	25·3	2·3	16·7	5·4	19·5	20·6	5·4
1	30·1	**47·8**	31·9	25·6	**2·6**	**17·7**	6·1	**21·5**	**21·8**	6·0
2	**30·6**	46·6	33·4	26·0	2·5	16·0	6·6	20·0	20·1	6·6
3	**30·6**	43·2	**33·8**	26·4	2·4	12·6	**6·6**	16·5	16·2	**6·8**
4	30·2	38·4	33·7	26·9	2·1	8·2	6·2	11·8	11·2	6·2
5	28·7	32·1	33·1	27·4	1·0	3·4	4·7	5·5	6·1	4·6
6	26·6	27·2	32·1	27·7	−0·3	0·6	2·6	2·6	1·5	2·0
7	24·5	23·7	30·8	**27·9**	1·3	−0·8	0·5	−3·4	2·2	0·6
8	23·2	21·7	29·8	27·8	1·6	−1·5	−0·8	−5·4	5·2	−0·8
9	22·3	20·3	28·7	27·7	1·6	−2·0	1·7	−6·8	7·1	1·7
10	21·6	19·2	27·7	27·6	−1·5	−2·4	2·4	−7·9	−8·5	−2·4
11	20 9	18·2	26·8	27·3	−1·5	−2·7	−3·1	−8·9	9·5	3·0
Mittel	24·0	27·1	27·8	26·4	5·2[1]	−3·1[2]	24·7	27·1	27·1	24·0

Luft . . . . . . $24·03 + 5°93 \sin (232·5 + x) + 1·44 \sin (57°1 + 2x) + 0·51 \sin (24·6 + 3x)$

Bodenoberfläche . $27·07 + 15·48 \sin (244·4 + x) + 6·03 \sin (64·8 + 2x) + 1·16 \sin (282·5 + 3x)$

2·5 *cm* . . . $27·75 + 5·15 \sin (201·1 + x) + 1·41 \sin (13·0 + 2x)$

30·5 » . . . . . $26·37 + 1·38 \sin (143·5 + x) + 0·18 \sin (248·2 + 2x)$

91·4 » . . . . . $26·19 + 0·10 \sin (207·3 + x) + 0·008 \sin (209·8 + 2x)$

[1] Englische Meilen pro Stunde.

[2] Die Differenzen 1h bis 7h a. m. sind ein wenig ausgeglichen, die Unterschiede sind aber kaum merklich.

Die extremen Werte der Boden- und Lufttemperatur sind: Mai Bodenoberfläche 1^h p. m. 60°6, 2^h 55°9, Luft 2^h und 3^h 40°3, somit 2^h Differenz 15°6. Februar Bodenoberfläche 6^h a. 3°8, Luft 6^h und 7^h a. m. 12°2, doch sind diese Mittel keine gleichzeitigen!

Eintritt der Phasenzeiten im täglichen Temperaturgang.

	Minimum	Maximum	Tagesmittel	
Bodenoberfläche	$5\cdot3^h$ a. m.	$1\cdot1^h$ p. m.	$8\cdot7^h$ a. m.	$6\cdot4^h$ p. m.
Lufttemperatur	5·7	2·5	8·7	7·4

Das Minimum geht an der Bodenoberfläche noch nicht eine halbe Stunde voraus (gegen die Luft), das Maximum aber 1·4 Stunden, wie dies die Regel, das Tagesmittel tritt vormittags zu gleicher Zeit ein. abends aber sinkt die Bodentemperatur um eine Stunde früher unter das Tagesmittel als die Lufttemperatur. Die Bodentemperatur hält sich bloß 9·4 Stunden über dem Mittel, die Lufttemperatur 10·4 Stunden.

Der tägliche Gang der Windstärke schließt sich, wie man sieht, sehr enge dem täglichen Gang der Temperatur der Bodenoberfläche an.

Jeypore.

Luft- und Bodentemperaturen im Jahre 1885.

	Luft	Boden-					Regenmenge	Bewölkung
			Tiefe *cm*					
	1·22 *m*	Oberfläche	2·5	30·5	91·4	Boden — Luft		
Jänn. .	14·9	16·6	17·9	16·9	18·9	1·7	13	3·5
Febr. .	15·4	19·2	21·1	18·6	19·0	3·8	0	2·3
März .	24·2	28·8	28·5	25·4	22·8	4·6	0·5	3·3
April .	27·1	30·1	30·7	29·0	26·5	3·0	0·5	3·4
Mai . .	29·0	35·3	34·3	32·2	28·8	6·3	17	3·8
Juni . .	31·8	35·8	34·9	33·4	31·4	4·0	85	5·4
Juli . .	28·7	31·9	31·6	31·0	30·5	3·2	186	7·2
Aug. . .	26·8	28·8	28·7	28·2	28·7	2·0	405	7·8
Sept. .	27·6	32·4	32·3	31·1	29·9	4·8	9	1·8
Okt. . .	26·1	29·2	31·0	29·3	29·4	3·1	0·3	2·1
Nov. . .	21·1	21·4	24·5	23·7	26·1	0·3	0	0·2
Dez. . .	15·7	15·3	17·6	17·7	22·2	−0·4	13	2·2
Jahr . .	24·03	27·07	27·8	26·5	26·2	3·04	734	3·6

Die Temperatur der Bodenoberfläche erhebt sich um 1^h p. m. um 17°7 über die Lufttemperatur in 4 Fuß (1·2 *m*) über dem Boden, in 2·5 *cm* Tiefe ist die Bodentemperatur noch um 1°8 höher, um 2^h um 2°8.

Bei Nacht sinkt die Temperatur der Bodenoberfläche nur um 3°5 unter die Lufttemperatur, in 2·5 *cm* Tiefe hält sie sich schon den ganzen Tag über der Lufttemperatur. Die Temperatur der Bodenoberfläche ist im Jahresmittel um 3° höher als die Lufttemperatur.

Zur Ergänzung sind vorstehend die Monatsmittel der Luft- und Bodentemperatur im Jahre 1885 mit den zugehörigen Daten über Regen und Bewölkung angeführt. Während der Regenzeit ist die Bodentemperatur bis zu zirka 1 *m* Tiefe konstant infolge der Wärmeconvection durch den Regen.

18. Dhubri, 26° 7' n. Br., 89° 50' ö. L. v. Gr., 47 *m*, an der nordöstlichen Ecke der großen bengalischen Ebene gelegen, aber schon in Assam, an der Nordbank des Brahmaputra, wo er die große Beuge nach Süden macht, beim Austritt aus dem Assam Tale. Termintage von April 1881 bis März 1889 mit einigen Unterbrechungen 36 Tage für April bis Oktober und 40 bis 41 für November bis März.

19. Goalpara, 26° 11' n. Br., 90° 40' ö. L. v. Gr., 118 *m*, im unteren Assam. Südufer des Brahmaputra auf einem kleinen Hügel 76 *m* über dessen Hochwasser. Das Tal ist rund 95 *km* breit, im Norden die Ausläufer des Bhotan Himalaya, im Süden die Garo Hills, 26 *km* entfernt. Termintage Juli 1873 bis März 1881, 23 bis 30 tägliche Beobachtungsreihen im Monat.

20. Sibsagar, 26° 59' n. Br., 94° 40' ö. L. v. Gr., 102 *m*, im oberen Assam, Brahmaputra Tal, auf einer Ebene zirka 13 *km* südlich vom Hauptstrom, sumpfiger Grund mit dichter Vegetation; Atmosphäre sehr feucht, in der kalten Jahreszeit häufig Nebel bis Mittag. Jänner 1874 bis Ende 1885, demnach 48 tägliche Reihen für jeden Monat.

21. Agra, 27° 10' n. Br., 78° 5' ö. L. v. Gr., 169 *m*, am rechten Ufer des Jumna. Die Lage im allgemeinen eben, das Observatorium lag verhältnismäßig offen und auf erhöhtem Boden. Thermometer 1·2 *m* über dem Boden in Beschirmung auf der Nordseite des Gebäudes. Stündliche Beobachtungen April 1875 bis Dezember 1885, somit 40 bis 44 tägliche Serien pro Monat.

22. Roorkee, 29° 52' n. Br., 77° 56' ö. L. v. Gr., 270 *m*, liegt nahe am Fuße des Himalaya, auf dem höchsten Teile des Doab, das ist der Ebene zwischen Ganges und Jumna, zirka 25 *km* von den Sivalik Hills, einer niedrigen Außenkette des Himalaya. Die Umgebung im Allgemeinen eben, Observatorium auf dem höchsten Teile der Station. Beobachtung März 1875 bis Dezember 1885, somit 40 bis 44 tägliche Serien; Thermometer in Beschirmung 1·2 *m* über dem Boden.

23. Lahore, 31° 34' n. Br., 74° 20' ö. L. v. Gr., 214 *m*, liegt auf der Ebene des Punjab rund 130 *km* vom Fuße des Himalaya. Die Umgebung der Station im Süden der Stadt ist mit Bäumen bepflanzt, sonst ist die flache Umgebung offen, mit Kulturen oder wenig Gras und Kameldorn, den charakteristischen Wüstenpflanzen. Thermometer in Beschirmung fast 1·2 *m* über dem Boden. 36 bis 40 tägliche Serien pro Monat.

24. Leh, 34° 10' n. Br., 77° 42' ö. L. v. Gr., 3504 *m*. Hauptstadt von Ladakh, liegt rund 5 *km* nördlich vom Indus. Das Tal ist hier 10—13 *km* breit, die Ufer sind kultiviert, aber entfernt davon ist das Land eine Sand- und Geröllwüste. Das Klima ist sehr extrem, die Luft klar, durchsichtig, mit brennender Sonne. Beobachtungen August 1876 bis Juli 1891, 60 tägliche Serien pro Monat.

25. Hongkong, 22° 15' n. Br., 114° 12' ö. L. v. Gr. Seehöhe gering (nicht angegeben). 10 Jahre 1894 bis 1903 stündlich. Der tägliche Gang der Temperatur sowie die Mittel der meteorologischen Elemente,

welche auf denselben Einfluß nehmen, die ich deshalb in einer Tabelle zusammengestellt habe, sind entnommen der Publikation: Observations made at the Hongkong Observatory in the year 1903 by Doberck, Director. Hongkong 1904. In einem früheren Jahrgang (1893) dieser Veröffentlichung findet man in ganz analoger Weise die Daten für das Dezennium 1884 bis 1893 (m. s. mein Referat in Met. Zeitschrift, 1895, p. 190 bis 192).

Die Tageskurve der Temperatur von Hongkong ist äußerst flach und verläuft ozeanisch, die mittlere Amplitude der täglichen Temperaturschwankung beträgt nur 2°7, was wirklich auffallend ist. Die Temperatur erhebt sich nur während 10 Stunden über das Tagesmittel und bleibt 14 Stunden unter demselben. Das Mittel der täglichen Extreme ist blos um 0°2 höher als das 24stündige Mittel, selbst im Maximum (im August und November) beträgt die Korrektion blos —0·4.

26. Taihoku, Nordformosa, etwas landeinwärts, 25° 4' n. Br., 121° 28' ö. L. v. Gr., 9·3*m* Seehöhe. August 1896 bis Dezember 1901 stündlich. Zeit des 120. Meridians, also sechs Minuten vor Ortszeit. Nach: Met. Observations in Formosa during the years 1896—1901. Direktor H. Kondo. Stundenmittel gegeben, das weitere von mir berechnet.

27. Naha auf einer der Riu-Kiu- oder Lu-chu-Inseln (zwischen Japan und Formosa), ziemlich ozeanische Lage (an der Südküste der langgestreckten Insel Okinawashima), 26° 13' n. Br., 127° 41' ö. L. v. Gr., 10*m*. 5 Jahre 1900 bis 1904 inkl. Von mir berechnet nach: Annual Report of the Central Met. Observatory of Japan, Part I, Observ. in Japan, Tokio. Es ist in diesen Reports ausdrücklich bemerkt, daß die Zeit mittlere Japan-Zeit ist, also Zeit des 135. Grades ö. L.v.Gr. Da Naha 127° 41' ö. L. v. Gr. liegt, so ist die Lokalzeit rund eine halbe Stunde hinter der Japan Zeit zurück, Mittag ist erst $11^1/_2{}^h$, 1^h erst $12^1/_2{}^h$. Ich habe deshalb die Mittel auf zwei Dezimalen berechnet und Mittel genommen, also (Mitternacht + 1^h):2 = Mitternacht Lokalzeit gesetzt, um volle Stundenwerte in meinen Tabellen zu erhalten. Die Eintrittszeiten der Extreme und der Mittel würden aber dafür sprechen, daß die Reduktion der Autographen doch nach Lokalzeit erfolgt ist! Diese »Stundenbündel« (Zonenzeiten) sind eine bedauerliche Einrichtung für alle Naturerscheinungen, die sich nach Lokalzeit richten.

28. Zi-ka-wei (bei Shanghai), 31° 11' n. Br., 121° 11' ö. L. v. Gr., 7*m*. 17 Jahre stündlich. Nach dem Kalender für das Jahr 1904 des Observatoriums Zi-ka-wei berechnet. Die Mittel der täglichen Extreme konnte ich nicht finden, um die unperiodischen Amplituden und die Korrektion des Mittels der unperiodischen Extreme zu berechnen. Die Mittel der Bewölkung, der Regentage und Menge beziehen sich nicht auf die 17 Jahre, aus denen der tägliche Gang berechnet worden ist, doch werden die Unterschiede gegen die den 17 Jahren korrespondierenden Mittel gewiß geringfügig sein.

29. Tokio, 35° 41' n. Br., 139° 45' ö. L. v. Gr., 21*m*. 10 Jahre 1891—1900 stündlich. Nach dem Bulletin of the Central Met. Observatory of Japan Nr. 1, Tokio 1904. Abweichungen, Eintrittszeiten der Extreme und Media etc. von mir berechnet. Die anderen meteorologischen Mittelwerte desgleichen, sie beziehen sich aber leider nicht gerade auf dieselben 10 Jahre wie der tägliche Temperaturgang, da mir die Behelfe zur Ableitung dieser Daten fehlten. Man wird aber auch so den korrespondierenden Gang der Temperaturamplituden und der Bewölkungszahlen bemerken. Die Zeichenänderung der Korrektion des Mittels der unperiodischen täglichen Extreme in den Monaten April und Mai scheint eine regelmäßig eintretende Erscheinung zu sein.

Tokio, obgleich weit außerhalb der Tropen, habe ich zum Vergleich mit Leh in ziemlich gleicher Breite aufgenommen.

30. Alice Springs, Südaustralien. 23° 38' s. Br., 133° 37' ö. L. v. Gr., 587*m*, ganz im Innern des Kontinents von Australien, dreistündige Beobachtungen 1881—1890 von mir graphisch interpoliert

(Charles Todd, Met. Observ. made at the Adelaide Observ. etc.). Es fehlen die Angaben der Bewölkung und der Regentage.[1] Die Korrektion der täglichen Extreme ist in diesem trockenen Klima im Mittel gleich Null. Die Eintrittszeiten der Extreme sind etwas unsicher, da aus dreistündigen Aufzeichnungen interpoliert.

Man vergleiche Amparo im Staate São Paulo, 22°8 s. Br., 660 *m*, im Innern Südbrasiliens, in einem regenreicheren Klima. Die Korrektionen des Mittels der täglichen Extreme sind da sehr groß; die täglichen Amplituden erheblich kleiner.

31. Herbertshöhe, Neu-Pommern, Gazelle-Halbinsel (Neu-Britannien), 4° 21' s. Br., 153° 17' ö. L. v. Gr., zirka 60 *m*. $1^3/_4$ Jahre stündlich (s. »Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten«, Bd. XIX, 1906, p. 107—112). Wegen der Kürze der Beobachtungszeit habe ich den jährlichen Gang der Abweichungen der Stundenmittel nach dem Schema $(a+2b+c):4$ ausgeglichen, was für die Berechnung der Korrektionen gewisser Terminkombinationen jedenfalls zweckmäßig sein mag.

Wegen der Kürze der Beobachtungszeit sind die berechneten Phasenzeiten wohl noch recht unsicher, es dürften auch die Zeitangaben einer Verspätung unterliegen. Die Reihe *b* unter Maximum ist das Mittel aus den Eintrittszeiten des Maximums an den einzelnen Tagen.

---

[1] Siehe Met. Zeitschr. 1905, p. 398.





INNSBRUCKER FÖHNSTUDIEN III.

DER PHYSIOLOGISCHE EINFLUSS VON FÖHN UND FÖHNLOSEM WETTER.

VON

PROF. WILHELM TRABERT.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 10. MAI 1907.

I. Das Beobachtungsmaterial.

In keiner Stadt wird dem Wetter ein so großer Einfluß auf das Befinden der Menschen wie überhaupt auf die meisten Vorgänge, welche nicht durch feste wohlbekannte Naturgesetze geregelt sind, eingeräumt wie in Innsbruck. Speziell ist es der Föhn, der dem Witterungsbilde von Innsbruck ein ganz eigentümliches Gepräge gibt und dem die Schuld an einer großen Zahl mißliebiger Erscheinungen zugeschrieben wird. Es ist eine beliebte Redewendung in Innsbruck, daß der »Föhn in der Höhe« an diesem und jenem schuld trage, wenn derselbe in Innsbruck selbst augenscheinlich fehlt.

Diese Übertreibungen haben zur Folge, daß eine große Anzahl von Leuten, vor allem auch die Fachleute diesen vermeintlichen Einfluß des Föhns durch schlechte Deutung des vorhandenen Beobachtungsmaterials erklären. Andererseits ist so vielfach ein Einfluß des Wetters auf den menschlichen und tierischen Organismus nachgewiesen und es wird von so vielen vorurteilslosen und als guten Beobachtern bekannten Leuten speziell der Einfluß des Föhns auf den Organismus behauptet, daß eine ruhige und sachliche Prüfung am Platze ist.

Besonders auf Nervöse soll dieser Einfluß ein sehr beträchtlicher sein und es lag daher nahe, daß gerade Prof. Dr. Karl Mayer schon lange diese Untersuchung beabsichtigte. Als im Winter 1904/5 der Verfasser diese Arbeit in Angriff zu nehmen beabsichtigte, wurde deshalb auch naturgemäß mit Prof. Karl Mayer der Plan einer solchen Arbeit besprochen. Er war es, der sehr viele Herren zur Mitarbeit heranzog und es so ermöglichte, daß die Untersuchung wenigstens während einiger Monate anonym an verhältnismäßig vielen, sehr guten und gewissenhaften Beobachtern durchgeführt werden konnte.

Es muß hervorgehoben werden, daß bei Auswahl des Materiales keineswegs von vornherein in irgend welcher Weise »nervöse« Persönlichkeiten zu der Untersuchung herangezogen wurden, es wurde vielmehr das Beobachtungsmaterial ganz im allgemeinen aus einem größeren Kreise akademisch gebildeter, vielfach in Hochschulstellung befindlicher, vielfach auch zur objektiven Beobachtung besonders

geeigneter Männer gewählt, die sich der weitaus überwiegenden Mehrzahl nach in aktiver Berufsausübung und im berufsmäßigsten Alter befanden.

Der Zweck der Untersuchung war von vornherein nicht darauf gerichtet, festzustellen, ob die Empfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse in einer besonders nervösen Disposition ihre Begründung findet, sondern ob Föhn überhaupt von einer gewissen Zahl von Menschen ohne Rücksicht auf die Frage des Mitwirkens eines nervösen Moments bei dieser Empfindlichkeit wahrgenommen wird.

Alle Herren, welche an dieser Arbeit teilnahmen, erhielten eine größere Anzahl von Aufschreibbögen, die mit derselben Nummer versehen waren, die für je eine Woche bestimmt waren und auch allwöchentlich in geschlossenem Kuvert abgeholt wurden. Der anonyme Charakter der Aufzeichnungen erschien hiedurch genügend gewahrt. Es handelte sich darum, daß jedermann, wenn sein Befinden nicht normal war, diese Tatsache, wie auch die Art der Störung rückhaltlos mitteile.

Bei jedem Bogen wurde, um Verwechslungen zu verhütten, rechts oben das Datum jenes Sonntags angesetzt, an welchem die Aufschreibungen begannen, und im übrigen enthielt, um die Einschreibungen möglichst zu vereinfachen, jeder Bogen drei Rubriken, von den die erste aussagte, ob das Befinden normal war, die zweite, ob eine Störung des subjektiven Befindens eintrat und welcher Art dieselbe war, während die dritte anzugeben hatte, ob der Berichterstatter abwesend oder körperlich krank war oder aber die aufgezeichnete Störung durch Abweichung von der normalen Lebensweise, sei es am vorausgehenden Tage oder in der vorausgehenden Nacht, erklären zu können glaubte.

Es wurde zunächst dieser dritten Rubrik das Hauptaugenmerk zugewendet und dabei ergab sich daß verhältnismäßig selten die Aufzeichnungen in der ersten oder zweiten Rubrik fehlen oder zu ignorieren sind, daß sie vor allem einen sehr geringen wöchentlichen Gang aufweisen. Sonntag und vor allem Samstag fallen zwar bei einer diesbezüglichen Untersuchung heraus. Der Samstag zeichnete sich vermutlich deshalb aus, weil es in erster Linie akademische Kreise waren, welche ihre Aufzeichnungen einsandten. Im allgemeinen Mittel betrug aber selbst bei jenen, welche durch lange Zeit Aufschreibungen machten, die freiwillige oder unfreiwillige Unterbrechung für jeden Wochentag nur einen Tag.

Die folgende Tabelle gibt für 20 Beobachter, welche während 10 bis 20 Wochen berichteten, den wöchentlichen Gang der Anzahl von Tagen, für welchen die Aufzeichnungen entfielen.

Es entfallen in 15 Wochen
(wegen Krankheit, Abwesenheit u. dgl.)

Wochentag	Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Summe aus 20 Beobachtern							
Tage	33	30	23	16	17	16	36
Mittel							
Tage	2	1	1	1	1	1	2

Es geht wohl aus dieser Tabelle hervor, daß jene Unterbrechungen sehr geringe waren.

Wir kehren nunmehr zu der ersten und zweiten Rubrik zurück. In der ersten hatte der Beobachter lediglich durch das Wort »ja« oder durch Leerlassen anzugeben, ob sein Befinden normal war; in der zweiten Rubrik, welcher sich vor allem die Aufmerksamkeit zuwandte, war dagegen einzutragen, ob solche Störungen des subjektiven Befindens auftraten, für welche meteorologische Faktoren verantwortlich gemacht werden können, also ob Erscheinungen, wie Kopfschmerz, neuralgischer Gesichtsschmerz, Kopfdruck, Schwindel-

gefühl, Eingenommenheit des Kopfes, Reizbarkeit, Herzklopfen, Schlafstörungen u. s. w., auftraten, ohne daß dieselben durch Störung der normalen Lebensweise am Vortage erklärt werden könnten.

Es schien nützlich, von der Art der Störung bei der Bearbeitung abzusehen und lediglich zu notieren, wie viele Beobachter an dem betreffenden Tage sich normal befanden, wie viele an diesem Tage sich nicht normal befunden haben; es genügte somit, durch Striche kenntlich zu machen, in welche Rubrik für den betreffenden Beobachter der gegebene Tag zu zählen sei.

Die Beobachtungen begannen am 8. Jänner 1905. In dieser Woche liefen von 21 Beobachtern die Aufschreibungen ein, die Zahl stieg allmählich auf ungefähr 30 Beobachter, welche vom 22. Jänner bis 25. März ihre Aufzeichnungen machten. Das Maximum betrug 34 in der Woche vom 12. bis 18. Februar. Vom 26. März an fiel die Zahl von 24 bis 9 Ende Mai. Im Monat Juni sandten zwar noch einige Herren ihre Bögen, doch ist es vielleicht ratsam, da ihre Zahl eine geringe ist, deren Ergebnisse mit den erwähnten vom 8. Jänner bis Ende Mai 1905 nicht zusammenzuwerfen.

Vom 8. Jänner bis 1. April lag die Zahl der eingesandten Bögen durchaus über 20, vom 2. April bis 27. Mai zwischen 13 und 19.

Da hiernach die Zahl der eingeschickten Bögen eine sehr ungleiche war, so ist die Zahl der normalen und abnormalen Fälle an sich kein Kriterium dafür, ob dieser oder jener Tag vermöge der meteorologischen Verhältnisse eine Häufung der Fälle der einen Art erkennen lasse. Es war deshalb nötig, entweder die abnormalen Fälle auf dieselbe Zahl aller Einsendungen zu reduzieren oder aber das Verhältnis der abnormalen Fälle zu den normalen für jeden Tag zu bilden. Welche von diesen Methoden man wählt, ist an sich gleichgültig. Die letztere Methode läßt, da der erhaltene Wert von dem Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen abhängt, das Überwiegen des einen gegen den andern besser erkennen. Es wurde deshalb, um die einzelnen Tage zu charakterisieren, diese letztere Methode angewandt, d. h. in allen Fällen wurde das Verhältnis des abnormalen zu dem normalen Verhalten gebildet.

Es ist natürlich leicht, aus diesem Verhältnis anzugeben, wie viel Prozente die abnormalen und wie viel die normalen Fälle ausmachen. Ist das Verhältnis der abnormalen A zu den normalen N Fällen gleich q, also

$$\frac{A}{N} = q,$$

so sind offenbar die Prozentzahlen

$$\text{der normalen } \frac{100}{1+q}, \text{ jene der abnormalen } \frac{100\,q}{1+q}.$$

Das Verhältnis q ist immer angegeben.

Außer diesen Beobachtern hat Prof. Karl Mayer zum Vergleiche noch die Aufzeichnungen über die Zahl der Anfälle, welche die zur Zeit der Beobachtung an der hiesigen Klinik untergebrachten Epileptiker jeden einzelnen Tag zeigten und die von Tag zu Tag notiert wurden, zur Verfügung gestellt. Die Zahl der Patienten schwankt zwischen 3 und 10 und die Personen der Kranken wechselten innerhalb der Beobachtungszeit.

Das Material war deshalb nur ein ganz zufällig zusammengesetztes und es ist hervorzuheben, daß es sich durchaus um Fälle handelte, welche in der üblichen Weise gegen ihre Epilepsie behandelt wurden, wobei auch während der Beobachtungszeit keine Unterbrechung der Behandlung erfolgte.

Es darf weiter nicht übersehen werden, daß in den Aufzeichnungen sich gelegentlich ein gehäuftes Auftreten von Anfällen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen nach längeren Pausen herausstellte.

Man wird sich kaum entschließen können, jedem einzelnen Anfall in Hinsicht auf einen anderen Anfall dieselbe Bedeutung zuzuschreiben wie etwa vereinzelten, die sich innerhalb einer längeren

anfallfreien Zeit einstellten. Mit Rücksicht hierauf wurde nun ein Anfall nur dann gezählt, wenn keiner am Vortage vorausgegangen war. Obwohl in den Aufzeichnungen sich sowohl kleinere Anfälle (petit mal), sowie schwerere Anfälle notiert finden, wurden doch nur die letzteren für die folgenden Untersuchungen verwertet.

Ein sehr schätzbares Material lieferten in den Monaten Jänner bis März 12 bis 17 Klassen der Schulen in der Fischergasse, von St. Nikolaus, der Speckbacherstraße und der Übungsschule. So oft Schule war, wurde von dem Lehrer oder der Lehrerin das Gesamtbetragen der Klasse in der üblichen Weise von 1 bis 3 klassifiziert. Die Zahl 3 kam sehr selten vor, dafür ist die Note 2 in allen Klassen (übereinstimmend bei allen Schulen) sehr häufig.

Bedenkt man, daß das Gesamtbetragen schon für eine verhältnismäßig große Zahl von Schülern oder Schülerinnen ermittelt wurde, so repräsentieren die voneinander unabhängigen Angaben von 12 bis 17 Klassen einen großen Wert. Dazu kommt, daß der Einfluß des Wetters auf die Schüler gewiß nicht, wie man etwa bei den zuerst erwähnten Beobachtern glauben könnte, auf Suggestion beruht. Wenn übereinstimmend in fast allen Klassen an gewißen Tagen das Betragen der Schuljugend ein wenig zufriedenstellendes war, so ist dies wirklich der Fall und es haben schon aus diesem Grunde, ganz abgesehen von der größeren Zahl, die erwähnten Aufzeichnungen, wie sie an Schulen angestellt wurden, einen hohen Wert.

Da, wie erwähnt, die Zahl 3 selten notiert wurde, schien es richtig, für sich die Zahl der guten Noten 1 und der schlechteren Noten (2 und 3) aufzuzeichnen. Je ungünstiger ein Tag in Bezug auf das Gesamtbetragen der Schüler sich gestaltet, um so mehr wird die Zahl der schlechten Noten überwiegen. Es ist daher die Zahl der Zweier denen der Dreier gleich erachtet[1] und als Maß für den ungünstigen Charakter eines Tages angesehen worden.

Da die Zahl der Klassen schwankt, wurde als maßgebend das Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten (1 bis 3) angesehen. Die mitgeteilten Zahlen geben also, mit 100 multipliziert direkt die Prozente. Da in den Nachmittagstunden mancher Tage fast in allen Klassen Zweier oder Dreier gegeben wurden, würde das Verhältnis der schlechten zu den guten Noten sehr große Schwankungen ergeben haben. Wie bei dem Befinden ist es an sich gleichgültig, welches Verfahren man wählt, aus dem erwähnten Grunde erschien es aber gerade für die Beurteilung des Betragens der Schüler gut, das Verhältnis der schlechten zu allen Noten zu wählen.

Wie weiter unten ersichtlich, gibt dieses vortreffliche und einwandfreie Material eine sehr willkommene Ergänzung zu den oben besprochenen Untersuchungen und gerade ihm ist es zuzuschreiben, wenn die vorliegenden Ausführungen, die auf zwei voneinander völlig unabhängige Erscheinungen hinweisen können, ein einigermaßen greifbares Resultat erlangt haben.

Die Aufzeichnungen an den erwähnten Schulen sind auf Veranlassung von Herrn Lehrer Fanto, welcher auf den Einfluß meteorologischer Faktoren auf das Betragen der Schüler hinwies, angestellt worden. Er wie auch alle Lehrer und Lehrerinnen, welche dabei mitwirkten, sowie alle jene Herren, welche durch Monate Tag für Tag Aufzeichnungen über ihr Befinden machten, haben sich dadurch den lebhaftesten Dank verdient.

II. Der Einfluß des Wochentages auf das Beobachtungsmaterial.

Der Einfluß von Krankheit, von Abwesenheit von Innsbruck u. s. f. erwies sich, wie schon im vorausgehenden gesagt wurde, als sehr gering. Sieht man hievon ab, so sind es drei Momente, welche das Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen, die Zahl der epileptischen Anfälle und das Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten an den einzelnen Tagen bestimmen.

[1] Dreier kamen nur vor, wenn sich alle Klassen durch großen Reichtum an Zweiern auszeichneten.

Erstlich werden äußere und innere Umstände, welche mit den meteorologischen Faktoren nichts gemein haben und auf jeden einzelnen verschieden, mehr oder weniger einwirken, die Ursache sein, daß an einem bestimmten Tag der einzelne eine Unpäßlichkeit verspürt. Haben diese Faktoren mit dem Wetter und mit dem Wochentage nichts gemein, so werden sie sich, wenn entsprechend viele Beobachter gewählt werden, auf die einzelnen Tage ziemlich gleich verteilen.

Es war dies der Grund, daß im allgemeinen 20 bis 30 Beobachter ihre Aufschreibungen gleichzeitig machten, denn wenn auch unter diesen die Notierungen jedes einzelnen durch Momente, welche in Bezug auf das Wetter und den Wochentag als zufällige bezeichnet werden können, gefälscht sind, so werden doch diese Umstände um so wahlloser auf die einzelnen Tage fallen, eine je größere Zahl von Beobachtern tätig ist, und es werden diese Umstände nur zur Folge haben, daß vermöge dieses ersten Faktors das Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen etwas in die Höhe gedrückt wird, es wird aber, wenn (wie dies geschehen) das Mittel aus 20 bis 30 Beobachtern gewählt wird, dieses Verhältnis keinen Gang betreffs der Witterung oder des Wochentages aufweisen.

Da also die zweifellos vorhandenen Störungen, welche auf individuelle und zufällige Umstände zurückzuführen sind, nur eine Erhöhung des Verhältnisses während eines beträchtlichen Zeitabschnittes, aber keinerlei Gang hervorzurufen vermögen, so konnte von diesem ersten Faktor abgesehen werden.

Es wurden 20 bis 30 Beobachter deshalb gewählt, um diese Zufälligkeiten zu eliminieren, und es dürfte auch eine so große Zahl von Beobachtern hinreichen, um den Einfluß von Zufälligkeiten vollkommen zu eliminieren.

Es bleibt unter diesen Umständen der zweite Faktor, der Einfluß des Wochentages. Wenn es sich herausstellt, daß am Sonntage bei der großen Mehrzahl der beobachtenden Herren das Befinden öfters ein normales ist als an den anderen Tagen, und wenn umgekehrt der Freitag nur deshalb, weil er Freitag ist, eine größere Zahl von Störungen aufweist, so liegt die Gefahr nahe, daß ein Tag gerade deshalb als ein günstiger bezeichnet wird, weil er an einen Sonntag fällt, und gerade deshalb als ein ungünstiger erscheint, weil es an dem betreffenden Tage zufällig Freitag ist.

Dieser Einfluß wird sich um so störender bemerkbar machen, wenn die Schulen, deren Beobachtungsmaterial ein von dem erwähnten völlig unabhängiges ist, an anderen Tagen der Woche ein Maximum oder Minimum der schlechten Noten aufweisen. So erweist sich speziell bei den Schulen der Montagvormittag, auch der Donnerstagvormittag als ein günstiger Tag, bei den Beobachtern, welche ihr normales, bezw. abnormales Befinden meldeten, zeigt Montag und Donnerstag keinerlei in die Augen springende Anomalie.

Es erschien daher nötig, den Einfluß des Wochentages sowohl für die Beobachter ihres Befindens als auch für die Schulen zu ermitteln.

Um den Einfluß des Wochentages möglichst sicher zu bestimmen, wurden zunächst für die ganze Periode von Jänner bis inklusive April jene 20 Beobachter herausgesucht, welche die längste Zeit und dem Augenscheine nach ziemlich gleichmäßig beobachtet hatten; Herren, deren Befinden beinahe jeden Tag zu wünschen übrig ließ, wurden mit Absicht aus dieser Untersuchung weggelassen. Es ergab sich, daß die 20 Beobachter im Mittel durch 15 Wochen (der Wert schwankte zwischen 10 und 20 Wochen) beobachtet hatten.

Ordnet man die Aufzeichnungen derselben je nach dem Wochentage, so daß für alle Beobachter im Durchschnitte etwa 15 Sonntage, 15 Montage u. s. w. in Betracht kamen, und bildet man für die normalen Tage ein Mittel, so ergibt sich, daß für jeden Beobachter ohne Ausnahme ein stark ausgesprochener wöchentlicher Gang vorhanden ist.

Wie die Tabelle I, deren erste Kolonne die Nummer des Beobachters, während die zweite die Anzahl der beobachteten Wochen angibt, zeigt, ist der wöchentliche Gang in der Anzahl der gemeldeten normalen Tage für jeden der Beobachter vorhanden, aber er ist selbstverständlich für jeden einzelnen Beobachter verschieden. So zeigt beispielsweise Nr. 12 speziell am Mittwoch die wenigsten normalen Tage (Mittwoch zeichnet sich meist durch abnormales Befinden aus), dagegen hat Nr. 13 gerade am

Mittwoch (außer am Sonntag) die meisten normalen Meldungen. Unter 19 Wochen zeichnet sich der Mittwoch 16 mal durch normales Befinden aus.

Tabelle I.

Verhalten von 20 Beobachtern je nach dem Wochentage.

(Zahl der normalen Tage.)

Nummer	Wochen	Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
1	13	10	8	6*	8	**11**	7	**11**
5	12	**12**	9*	10	**12**	9*	9*	11
7	17	**13**	10*	11	12	10*	12	12
10	14	9	5*	8	**12**	11	11	(5)
12	15	(11)	**13**	11	6*	11	12	(12)
13	19	**16**	15	12	**16**	14	9*	(13)
14	17	(8)	9	6*	12	12	11	**13**
15	16	(11)	13	**14**	13	11	13	10*
16	15	8	**12**	9	(6)*	10	8	10
17	19	**15**	10*	14	14	11	14	14
20	20	(9)	(10)	11	12	**13**	9*	11
21	15	12	**13**	12	12	11	7*	8
32	16	11	12	**13**	12	10*	11	12
37	16	**11**	6	5*	8	10	**11**	**11**
41	17	12	11	12	12	**15**	6*	10
43	10	6	5*	5*	7	8	**9**	7
47	18	9	8	9	7	7	6*	**11**
49	17	**12**	9	6*	9	8	9	8
53	15	**11**	**11**	10	7*	9	8	9
63	12	(7)	(6)	8	8	5*	**9**	**9**
Zahl der Maxima		7	4	2	3	3	3	5
Zahl der Minima		0	5	5	3	4	6	1
Differenz		7	— 1	— 3	0	— 1	— 3	4

Im allgemeinen Durchschnitt ergibt sich, daß auf den Sonntag die meisten Maxima, dagegen gar keine Minima entfallen! Es gibt unter den 20 Beobachtern keinen, der am Sonntage die größte Zahl abnormaler Tage in der Woche verzeichnete, im Gegenteil, auf den Sonntag entfallen nicht weniger als 7 Maxima.

Nicht viel schlechter als der Sonntag erweist sich der Samstag (5 Maxima gegen nur 1 Minimum). Dies steht damit in Übereinstimmung, daß der Samstag wie der Sonntag durch die meisten Abwesenheiten ausgezeichnet erscheint. Wie erwähnt, hängt dies wohl damit zusammen, daß die Beobachtungen zum größten Teile aus akademischen Kreisen stammen und daß bei diesen der Samstag als meist freier Tag dem Sonntage ungefähr gleich erachtet werden kann.

Ziemlich gleich, was normales und abnormales Befinden anbelangt, stellt sich der Mittwoch, während Montag und Dienstag, anderseits Donnerstag und Freitag sich als schlechte Tage herausstellen. Speziell auf Dienstage und Freitage entfallen viel weniger normale Tage als auf die anderen Tage, Dienstag und Freitag weisen 5, bezw. 6 Minima gegen nur 2 bezw. 3 Maxima auf.

Besonders lehrreich ist in der letzten Tabelle die Differenz der Maxima und Minima. Am Sonntag und Samstag ist allein diese Differenz positiv, speziell am Sonntag beträgt sie 7, am Samstag 4; am Mittwoch ist die Differenz Null, während die ganze übrige Woche die Differenz negativ ist, d. h. die betreffenden Wochentage zeichnen sich viel öfters als die schlechtesten Tage der Woche wie als die besten aus.

Sonntag und Samstag sind im Mittel gute Tage, Mittwoch indifferent, Montag, Dienstag, Donnerstag und Freitag sind schlechte Tage. Speziell die Tage Dienstag und Freitag, die vor dem relativ guten Mittwoch und dem recht guten Samstag kommen, sind die schlechtesten Tage.

Es schien wichtig, die 20 für diesen Zweck besten Beobachter für sich zu betrachten, und es ist auch in Tabelle II die Trennung dieser 20 Beobachter und aller Beobachter beibehalten worden. Wie sich aus dieser Tabelle ergeben wird, liefern aber auch die übrigen Beobachter, die nicht so regelmäßig beobachteten, im großen und ganzen dieselben Resultate. Man wäre somit berechtigt, nicht nur jene 20 Beobachter herauszugreifen, sondern alle Beobachter zu dieser Untersuchung heranzuziehen.

Wie aus der Tabelle I ersichtlich, zeigen so ziemlich alle Beobachter einen ausgesprochenen wöchentlichen Gang. Im allgemeinen Mittel verhalten sich für die einzelnen Beobachter die Maxima (die meisten normalen Beobachtungen) zu den Minimis wie 63 zu 37. Es ist damit ausgesprochen, daß der wöchentliche Gang bei allen ein sehr auffallender ist.

Der Einfluß des Wochentages ist damit ein sehr bedeutender; bloß wegen des bestimmten Wochentages treten unter 100 Fällen im allgemeinen das eine Mal 37, das andere Mal 63 abnormale Fälle auf. Das macht als Differenz 26 Fälle. Es werden somit die einzelnen Wochentage sehr dazu beitragen, die Zahl der Störungen zu vergrößern. Da aber, wie Tabelle II lehrt, unter Umständen die Zahl der abnormen Fälle jene der normalen bedeutend übersteigt, so ist hiermit nur ein Teil der Erscheinung erklärt und es bleiben etwa ebenso viele als »abnorm« bezeichnete Tage, die durch den Einfluß des Wochentages nicht erklärt werden können. Wie man sieht, ist der Einfluß des Wochentages etwa von derselben Größenordnung als der vermutete Einfluß der meteorologischen Elemente.

Es ist eines der wichtigsten Ergebnisse dieses Kapitels, daß zweifellos der Einfluß des Wochentages auf das normale oder abnormale Befinden ein sehr bedeutender ist und daß er etwa ebenso groß ist als der vermutete Einfluß meteorologischer Faktoren.

Mit diesem Ergebnisse stimmt das Resultat überein, welches die Betrachtung des Verhältnisses der abnormalen zu den normalen Meldungen ergibt, welches die Betrachtung aller Beobachtungen für Jänner, Februar und März ergab. Diese Zusammenstellung war zu einem wesentlich anderen Zwecke gemacht worden.

Im Mittel aus 12 Wochen ergab sich:

Verhalten aller Beobachter bis Ende März.

Wochentag	Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen							
Summe aus 12 Wochen	5·1*	6·5	**8·2**	6·4	6·7	**7·9**	5·0*
Mittel	0·4	0·5	0·7	0·5	0·6	0·7	0·5

Auch aus diesen Zahlen geht hervor, daß im Laufe der Woche das Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen von Sonntag auf Dienstag oder Freitag von 0·4 bis 0·7 schwankt; das gibt auch etwa 30 Prozent, es ist dies ungefähr dasselbe Verhältnis. Der Einfluß des Wochentages erklärt die Erscheinung nur zum Teil, denn, wie Tabelle II zeigt, schwankt das in Rede stehende Verhältnis für alle Beobachter zwischen 0·1 und 1·5.

Von großem Interesse ist unter diesen Umständen das Verhalten der Schulen. Sonntag entfällt, an Nachmittagen auch Mittwoch und Samstag und ebenso machen im Monat Februar die Semesterferien eine ziemliche Pause.

Fassen wir zunächst die Vormittage ins Auge, so fallen Montag, der Tag nach dem Sonntag, aber auch der halbe Schultag Mittwoch als besonders günstig heraus.

Die folgende Tabelle enthält für alle Wochentage (nach den 11 Wochen umfassenden Beobachtungen) das Verhältnis der schlechten Noten (Zweier und Dreier) zu allen Noten, sowohl für die Vormittage als Nachmittage.

Verhalten der Kinder.

(Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten.)

Wochentag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Vormittag						
Summe aus 11 Wochen	2·4	4·9	4·3	3·4	4·9	4·5[1]
Mittel	0·2	0·4	0·4	0·3	0·4	0·5
Nachmittag						
Summe aus 11 Wochen	6·3	7·2	—	6·3	6·8	—
Mittel	0·6	0·6	—	0·6	0·6	—

Der Nachmittag erweist sich an allen Tagen, besonders am Montag, als viel schlechter als der Vormittag. Am Nachmittage sind so ziemlich alle Wochentage gleich, aber am Vormittag ergibt sich ein großer Unterschied. Der Montag ist der günstigste, der Samstag der ungünstigste Tag; am Montagvormittag machen die schlechten Noten nur 20 Prozent aller Noten aus, am Samstagvormittag rund 50 Prozent, so daß der Einfluß des Wochentages sich hier auf 30 Prozent beläuft, also wieder ungefähr so groß ist, als der Wert des Minimums beträgt. Das ist etwa dasselbe Verhältnis, wie es sich bei den Beobachtern ihres Befindens ergeben hatte, und es lehrt, daß der Einfluß des Wochentages gewiß nicht zu vernachlässigen ist. Daß der Einfluß des Wochentages nicht alles erklärt, das zeigen die großen Abweichungen, welche Tabelle II erkennen läßt. Sie schwanken zwischen 0·1 und 0·9, übertreffen also bei weitem den durch die Wochentage hervorgerufenen Gang. Sie zeigen aber wiederum — dies ist ein neuerliches Ergebnis dieses Kapitels — daß die Wochentage einen großen Einfluß auf die Klassifikation des Gesamtbetragens der Schüler besitzen und daß dieser Einfluß etwa so groß ist als der vermutete Einfluß der Witterung.

Zum Schlusse dieses Kapitels möge noch kurz der Gang der in Rede stehenden Größe, je nach dem Monate besprochen werden. Wie die nebenstehende Tabelle zeigt, ist derselbe ein übereinstimmender bei den Beobachtern ihres Befindens wie bei den Schulen. Es stellt sich aber so gering heraus, daß er

---

[1] Zwei Samstage entfielen als Ferialtage.

vernachlässigt werden darf, daß also immer die Monate Jänner, Februar und März zusammengefaßt werden dürfen.

Monat	Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen	Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten	
		Vormittag	Nachmittag
Jänner	0·5	0·3	0·5
Februar	0·6	0·4	0·6
März	0·6	0·4	0·7
Mittel	0·55	0·4	0·6

Bei den Epileptikern kann von vornherein nicht von einem wöchentlichen Gange gesprochen werden.

III. Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf das Beobachtungsmaterial.

Tabelle II enthält zunächst für die 20 Beobachter, welche in gleichartiger Weise durch längere Zeit einsendeten, sodann aber für alle Beobachter, deren Zahl in den Monaten Jänner bis März die Zahl 20 stets überstieg, die Zahl der Fälle, in welchen die Beobachter ihr Befinden als »normal« oder als »abnormal« bezeichneten. In der Rubrik »gestört« sind zur Ergänzung die wegen Krankheit oder Abwesenheit nicht einbezogenen Beobachtungen erwähnt. Die Summe der normalen, abnormalen und der gestörten Fälle gibt somit sowohl für die 20 besseren Beobachter, als auch für alle Beobachter die Summe der jeweilig verwendeten Bogen. Im Laufe einer Woche ist sie selbstverständlich konstant, sie wächst aber im Jänner bis etwa Mitte Februar.

Außerdem enthält die Tabelle das Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen sowohl für die 20 besseren Beobachter als auch für alle Beobachter, deren Zahl vielfach doppelt so groß ist. Um gewisse Tage als besonders ungünstig hervortreten zu lassen, kann die Zahl der verwendeten Beobachtungen nicht leicht groß genug sein. Auch zeigt die schöne Übereinstimmung, welche sich im allgemeinen bei beiden Reihen ergab, daß gewisse Tage in der Tat als ungünstige, andere als günstige zu bezeichnen sind. Die Übereinstimmung zwischen beiden Reihen lehrt, daß man es jedenfalls mit einem Phänomen zu tun hat, dem Realität nicht abzusprechen ist, daß es in der Tat manche Tage gibt, die sich vermöge des Verhaltens der meteorologischen Faktoren als sehr ungünstig, andere, die sich als sehr günstig herausstellen.

Neben dem Verhältnis des abnormalen zu dem normalen Befinden ist die Zahl der in der hiesigen Klinik beobachteten epileptischen Anfälle aufgenommen worden. Bereits im ersten Kapitel wurde erwähnt, wie hierbei vorgegangen wurde.

Die im vorausgehenden erwähnten Fälle sind für alle Monate von Jänner bis inklusive Mai, so wie sie die Beobachtungen ergaben, mitgeteilt worden. Für die Monate Jänner bis inklusive März ist auch das Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten für Vormittag und Nachmittag von zahlreichen Klassen eingesetzt worden. Auch diese Zahlen sind so wiedergegeben, wie sie sich ergaben. Es ist somit sowohl in dem Verhalten der Beobachter als auch in jenem der Kinder der wöchentliche Gang miteingeschlossen.

Wie schon erwähnt wurde, sind es drei Faktoren, durch welche sowohl das Verhältnis der abnormalen zu den normalen Fällen, als auch das Verhalten der Schulkinder geregelt wird; erstlich sind es individuelle, zufällige Maxima oder Minima im Befinden oder in der Klassifikation — diese sind durch

Tabelle II.

Datum	Verhalten der 20 längeren Beobachter				Verhalten aller Beobachter				Beginn der Anfälle von Epileptikern	Anzahl der schlechten Noten zu allen Noten	
	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	normal	abnormal	gestört	Verhalten A : N		Vormittag	Nachmittag
Jänner											
8	10	1	2	0·1	15	3	3	0·2	0	—	—
9	6	6	1	**1·0**	13	7	1	0·5	0	0·3	0·5
10	4	8	1	**2·0**	8	12	1	**1·5**	**3**	**0·6**	0·5
11	12	0	1	0·0	18	2	1	0·1	0	0·2	—
12	11	1	1	0·1	15	4	2	0·3	0	0·2	0·5
13	6	6	1	**1·0**	9	9	3	**1·0**	1	0·5	0·5
14	8	4	1	0·5	13	6	2	0·5	0	0·3	—
15	12	1	1	0·1	15	6	2	0·4	0	—	—
16	7	5	2	0·7	11	10	2	0·9	0	0·2	0·4
17	8	5	1	0·6	12	9	2	0·7	0	0·4	0·6
18	12	2	0	0·2	20	3	0	0·2	0	0·4	—
19	10	4	0	0·4	14	8	1	0·6	0	0·2	0·4
20	8	6	0	0·8	13	10	0	0·8	0	0·2	0·5
21	12	2	0	0·2	17	6	0	0·3	0	0·5	—
22	10	1	2	0·1	20	3	4	0·1	0	—	—
23	11	0	2	0·0	20	4	3	0·2	0	0·1	0·4
24	13	0	0	0·0	21	5	1	0·4	0	0·4	0·5
25	8	5	0	0·6	18	8	1	0·4	1	0·3	—
26	10	3	0	0·3	21	5	1	0·2	0	0·2	0·5
27	12	1	0	0·1	24	2	1	0·1	0	0·2	0·3
28	9	4	0	0·4	22	5	1	0·2	0	0·5	—
29	11	4	1	0·4	18	12	1	0·7	0	—	—
30	9	3	4	0·3	18	7	6	0·4	0	0·1	0·6
31	7	8	1	**1·1**	16	11	4	0·7	0	0·3	**0·9**

Tabelle II (Fortsetzung).

Datum	Verhalten der 20 längeren Beobachter				Verhalten aller Beobachter				Beginn der Anfälle von Epileptikern	Anzahl der schlechten Noten zu allen Noten	
	normal	abnormal	gestört	Verhaltnis A : N	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N		Vormittag	Nachmittag
Februar											
1	12	3	1	0·2	20	7	3	0·3	0	0·4	—
2	9	6	1	0·7	16	10	4	0·6	0	—	—
3	10	6	0	0·6	17	12	1	0·7	0	0·4	0·4
4	13	2	1	0·2	18	6	6	0·3	0	0·4	—
5	13	1	3	0·1	17	6	6	0·4	0	—	—
6	14	3	0	0·2	20	8	1	0·4	0	0·3	0·7
7	10	6	1	0·6	19	9	1	0·5	0	0·3	0·6
8	11	5	1	0·5	19	7	3	0·3	0	0·5	—
9	11	6	0	0·5	19	9	1	0·5	0	0·3	0·6
10	10	6	1	0·6	16	10	3	0·6	0	0·4	**0·8**
11	11	3	3	0·3	17	6	6	0·4	0	—	—
12	14	5	1	0·3	25	7	2	0·3	0	—	—
13	10	3	1	0·2	26	6	2	0·2	0	—	—
14	15	4	1	0·3	23	8	3	0·3	0	—	—
15	15	3	2	0·2	24	6	4	0·2	0		—
16	15	3	2	0·2	25	7	2	0·3	0	—	—
17	12	7	1	0·6	16	17	1	**1·1**	0	—	—
18	11	8	1	0·7	15	18	1	**1·2**	0	—	—
19	10	5	3	0·5	22	7	3	0·3	1	—	—
20	9	6	3	0·7	17	12	3	0·7	0	0·1	0·5
21	12	6	0	0·5	18	14	0	0·8	1	0·5	0·5
22	10	8	0	0·8	16	15	1	0·9	1	0·4	—
23	11	7	0	0·6	19	13	0	0·7	1	0·4	0·6
24	9	9	0	**1·0**	17	15	0	0·9	1	0·5	0·7
25	11	7	0	0·6	21	10	1	0·5	1	0·5	—
26	14	5	1	0·4	20	11	1	0·5	0	—	—
27	10	10	0	**1·0**	14	18	0	**1·3**	0	0·4	0·7
28	13	6	1	0·5	20	10	2	0·5	0	0·5	**0·9**

Tabelle II (Fortsetzung).

Datum	Verhalten der 20 längeren Beobachter: normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	Verhalten aller Beobachter: normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	Beginn der Anfälle von Epileptikern	Anzahl der schlechten Noten zu allen Noten: Vormittag	Nachmittag
März											
1	13	7	0	0·5	20	12	0	0·6	0	0·4	—
2	11	7	2	0·6	16	11	5	0·7	1	0·3	**0·9**
3	12	6	2	0·5	18	11	3	0·6	1	**0·7**	0·6
4	12	5	3	0·4	20	8	4	0·4	1	0·5	—
5	11	3	3	0·3	17	7	5	0·4	1	—	—
6	9	4	4	0·4	17	6	6	0·4	0	0·2	0·7
7	9	3	5	0·3	13	9	7	0·7	0	0·4	0·8
8	10	6	1	0·6	15	12	2	0·8	0	0·3	—
9	10	7	0	0·7	15	12	2	0·8	0	0·6	0·8
10	11	6	0	0·5	16	12	1	0·8	0	0·4	0·6
11	8	8	1	**1·0**	15	12	2	0·8	0	0·6	—
12	12	6	1	0·5	12	11	3	0·9	1	—	—
13	12	6	1	0·5	17	8	1	0·5	2	0·5	0·7
14	12	5	2	0·4	17	7	2	0·5	0	0·6	0·6
15	10	8	1	0·8	15	10	1	0·7	0	0·5	-
16	11	8	0	0·7	17	9	0	0·5	2	0·5	0·5
17	14	5	0	0·4	18	8	0	0·4	2	0·3	0·7
18	15	4	0	0·3	18	7	1	0·4	0	0·5	—
19	16	2	1	0·1	20	6	2	0·3	0	—	—
20	14	5	0	0·3	19	8	1	0·4	0	0·1	0·5
21	8	10	1	**1·1**	13	13	2	**1·0**	0	0·6	0·6
22	8	10	1	**1·1**	13	14	1	**1·1**	1	0·3	—
23	10	6	3	0·6	16	9	3	0·6	0	0·4	0·8
24	15	2	2	0·1	21	4	3	0·2	0	0·6	**0·9**
25	12	3	4	0·3	19	5	4	0·3	1	—	—
26	10	5	2	0·5	13	8	3	0·6	1	—	—
27	10	5	2	0·5	14	8	2	0·6	0	0·1	0·6
28	10	6	1	0·6	14	9	1	0·6	1	0·3	0·7
29	7	9	1	**1·2**	13	10	1	0·8	0	0·6	—
30	10	6	1	0·6	12	11	1	0·9	0	0·3	0·7
31	9	6	2	0·7	13	9	2	0·7	1	**0·7**	0·7

Tabelle II (Fortsetzung).

Datum	Verhalten der 20 längeren Beobachter				Verhalten aller Beobaohter				Beginn der Anfälle von Epileptikern
	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	
April									
1	12	4	1	0·3	18	5	1	0·3	0
2	6	4	4	0·7	7	8	4	**1·1**	1
3	5	5	4	**1·0**	6	9	4	**1·2**	0
4	7	4	3	0·6	11	5	3	0·5	1
5	10	2	2	0·2	14	3	2	0·2	0
6	11	3	0	0·3	15	4	0	0·3	1
7	9	5	0	0·6	12	7	0	0·6	2
8	9	3	2	0·3	14	3	2	0·2	1
9	7	7	0	**1·0**	7	10	0	**1·4**	0
10	10	4	0	0·4	10	7	0	0·7	1
11	9	4	1	0·4	11	5	1	0·5	1
12	12	2	0	0·2	14	3	0	0·2	0
13	11	3	0	0·3	13	3	1	0·2	0
14	11	2	1	0·2	12	4	1	0·3	0
15	10	2	2	0·2	12	3	2	0·2	0
16	9	1	3	0·1	12	2	3	0·2	1
17	10	2	1	0·2	14	2	1	0·1	1
18	11	2	0	0·2	14	3	0	0·2	0
19	9	4	0	0·4	11	6	0	0·5	0
20	8	5	0	0·6	9	7	1	0·8	1
21	7	5	1	0·7	8	7	2	0·9	1
22	10	1	2	0·1	12	2	3	0·2	0
23	5	4	3	0·8	6	4	3	0·7	0
24	6	3	3	0·5	7	3	3	0·4	1
25	6	4	2	0·7	6	5	2	0·8	1
26	7	4	1	0·6	8	4	1	0·5	0
27	9	3	0	0·3	10	3	0	0·3	0
28	0	12	0	∞	0	13	0	∞	0
29	6	5	1	0·8	7	5	1	0·7	1
30	6	3	1	0·5	6	6	1	**1·0**	1

Tabelle II (Fortsetzung).

Datum	Verhalten der 20 längeren Beobachter				Verhalten aller Beobachter				Beginn der Anfälle von Epileptikern
	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	normal	abnormal	gestört	Verhältnis A : N	
Mai									
1	4	4	2	**1·0**	6	5	2	0·8	0
2	5	5	0	**1·0**	6	7	0	**1·2**	0
3	10	0	0	0·0	13	0	0	0·0	2
4	7	2	1	0·3	9	3	1	0·3	1
5	6	2	2	0·3	6	4	3	0·7	0
6	3	4	3	**1·3**	3	7	3	**2·3**	1
7	8	2	0	0·2	10	3	0	0·3	1
8	7	3	0	0·4	10	3	0	0·3	0
9	8	2	0	0·2	10	3	0	0·3	1
10	9	1	0	0·1	11	2	0	0·2	1
11	5	3	2	0·6	8	3	2	0·4	0
12	4	5	1	**1·2**	5	7	1	**1·4**	1
13	5	4	1	0·8	8	4	1	0·5	0
14	10	0	3	0·0	12	2	3	0·2	1
15	10	3	0	0·3	12	5	0	0·4	0
16	7	6	0	0·9	9	8	0	0·9	0
17	9	4	0	0·4	12	5	0	0·4	2
18	8	4	1	0·5	12	4	1	0·3	0
19	9	4	0	0·4	12	4	1	0·3	2
20	10	2	1	0·2	13	2	2	0·2	0
21	9	2	0	0·2	11	3	1	0·3	0
22	7	4	0	0·6	11	4	0	0·4	0
23	7	3	1	0·4	10	4	1	0·4	0
24	6	4	1	0·7	10	4	1	0·4	2
25	11	0	0	0·0	14	1	0	0·1	0
26	9	2	0	0·2	11	4	0	0·4	0
27	8	2	1	0·2	10	4	1	0·4	0

die ziemlich große Zahl der Beobachtungen nahezu ganz eliminiert —, dann ist es weiters der Einfluß des Wochentages und drittens der Einfluß an gewisse Tage gebundener meteorologischer Verhältnisse, welche die Tabelle II illustrieren soll, und zwar an Material, welches man als ein sehr ungleichartiges bezeichnen kann.

Wäre der Einfluß des Wochentages gering, so würde man aus der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmeng der Verhältnisse A : N und der beispielsweise am Vormittag gegebenen Noten sofort auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein solcher meteorologischer Faktoren schließen können. Da der wöchentliche Gang durchaus nicht zu vernachlässigen ist, so stört derselbe sehr bedeutend das Bild, welches Tabelle II uns geben soll. Es tritt nicht zu selten auf, daß bei dem Verhältnisse A : N gerade der Sonntag oder der Samstag als ein besonders günstiger Tag herausfällt, während sich der Freitag als schlechter Tag bewährt. Umgekehrt wird bei den Kindern, wenn man die Vormittage herbeizieht, gerade der Montag als ein günstiger, der Samstag als ein ungünstiger Tag erscheinen. Dieses Übereinanderfallen zweier Ursachen trübt sehr das Bild und macht es schwierig, aus Tabelle II die Wirksamkeit meteorologischer Einflüsse auf das Verhältnis A : N, auf die Anfälle der Epileptiker und auf die schlechten Noten zu erkennen.

Trotzdem schien es gut, in Tabelle II das Material in extenso zu veröffentlichen.

Da im zweiten Kapitel der Einfluß des Wochentages ermittelt wurde, wurde der Versuch gemacht, den Einfluß des Wochentages zu eliminieren.

Wie sich ergab, ist derselbe:

Wöchentlicher Gang.

Wochentag	Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
			Beobachter				
Verhältnis A : N	0·4	0·5	0·7	0·5	0·6	0·7	0·5
			Schulen, vormittags				
Schlechte zu allen Noten	—	0·2	0·4	0·4	0·3	0·4	0·5
			Schulen, nachmittags				
Schlechte zu allen Noten	—	0·0	0·0	—	0·0	0·0	—

Ermittelt man, wie viel sich jeder Tag von dem eben mitgeteilten wöchentlichen Gange unterscheidet, so bleibt der Gang übrig, welcher vielleicht durch meteorologische Verhältnisse bedingt ist.

Tabelle III liefert diese Werte für die 3 Monate Jänner, Februar und März. Für die Beobachter ihres Befindens sind die auf der größeren Zahl von Aufzeichnungen beruhenden verläßlicheren Angaben des Verhältnisses A : N nach der zweiten Rubrik gewählt, für die Schulen schien es am besten, die häufigeren Vormittagwerte zu wählen. Für die Monate April und Mai fehlen die Schulen.

Gegen das Material, welches aus den Beobachtungen des abnormalen Befindens gewonnen wurde, kann vielleicht eingewandt werden, daß die betreffenden Herren, welche sich freiwillig zu ihrem Amt erboten, welche selbst ihre Aufschreibungen machen, sich durch Suggestion beeinflussen lassen und ihr Befinden dann als ein »abnormales« bezeichnen, wenn das Wetter dem Augenschein nach ein abnormes ist, also zum Beispiel gerade dann besonders häufig Störungen annehmen, wenn der Föhn geht. Demgegenüber

Tabelle III.

Einfluß meteorologischer Faktoren.

Datum	Jänner		Februar		März		April	Mai
	Befinden	Schulen	Befinden	Schulen	Befinden	Schulen	Befinden	Befinden
1	—	—	— 0·2	0·0	0·1	0·0	— 0·2	0·3
2	—	—	0·0	—	0·1	0·0	0·7	0·5
3	—	—	0·0	0·0	— 0·1	0·3	0·7	— 0·5
4	—	—	— 0·2	— 0·1	— 0·1	0·0	— 0·2	— 0·3
5	—	—	0·0	—	0·0	—	— 0·3	0·0
6	—	—	— 0·1	0·1	— 0·1	0·0	— 0·3	1·8
7	—	—	— 0·2	— 0·1	0·0	0·0	— 0·1	— 0·1
8	— 0·2	—	— 0·2	0·1	0·3	— 0·1	— 0·3	— 0·2
9	0·0	0·1	— 0·1	0·0	0·2	0·3	1·0	— 0·4
10	0·8	0·2	— 0·1	0·0	0·1	0·0	0·2	— 0·3
11	— 0·4	— 0·2	— 0·1	—	0·3	0·1	— 0·2	— 0·2
12	— 0·3	— 0·1	0·1	—	0·5	—	— 0·3	0·7
13	0·3	0·1	— 0·3	—	0·0	0·3	0·4	0·0
14	0·0	— 0·2	— 0·4		— 0·2	0·2	— 0·4	— 0·2
15	0·0	—	— 0·3	—	0·2	0·1	— 0·3	— 0·1
16	0·4	0·0	— 0·3	—	— 0·1	0·2	— 0·2	0·2
17	0·0	0·0	0·4	—	— 0·3	— 0·1	— 0·4	— 0·1
18	— 0·3	0·0	0·7	—	— 0·1	0·0	— 0·5	— 0·3
19	0·0	— 0·1	0·1	—	0·1	—	0·0	— 0·4
20	0·1	— 0·2	0·2	— 0·1	— 0·1	— 0·1	0·2	— 0·3
21	— 0·2	0·0	0·1	0·1	0·3	0·2	0·2	— 0·1
22	— 0·3	—	0·4	0·0	0·0	0·1	— 0·3	— 0·1
23	— 0·3	— 0·1	0·1	0·1	0·0	0·1	0·3	— 0·3
24	— 0·3	0·0	0·2	0·1	— 0·5	0·2	— 0·1	— 0·1
25	— 0·1	— 0·1	0·0	0·0	— 0·2	—	0·1	— 0·5
26	— 0·4	— 0·1	0·1		0·2	—	0·0	— 0·3
27	— 0·6	— 0·2	0·8	0·2	0·1	— 0·1	— 0·3	— 0·1
28	0·3	0·0	— 0·2	0·1	— 0·1	— 0·1	∞	
29	0·3	—			0·3	0·2	0·2	
30	— 0·1	— 0·1			0·3	0·0	0·6	
31	0·0	— 0·1			0·0	0·3		

bildet die Klassifikation der Kinder, welche in den seltensten Fällen von den Aufzeichnungen Kenntnis haben, welche von den meteorologischen Faktoren gewiß in anderer Weise beeinflußt werden und in Klassen beobachtet wurden, welche teilweise weit voneinander entfernt waren, ein gewiß einwandfreies Material.

Um so erfreulicher ist die Übereinstimmung der von einander ganz und gar unabhängigen Notierungen, einmal des sich ergebenden Verhältnisses A : N und das andere Mal des Verhältnisses der schlechten zu allen Noten. Schon der bloße Anblick von Tabelle III zeigt, daß beide nebeneinander stehende, wie gesagt, voneinander ganz unabhängigen Zahlen mit Vorliebe an gewissen Tagen beide positiv oder beide negativ sind. Ein entgegengesetztes Verhalten, die eine Größe positiv, die andere negativ, tritt verhältnismäßig selten auf.

Klarer wird die Sachlage übrigens durch direktes Auszählen der Übereinstimmung und Nichtübereinstimmung beider Zahlenreihen. In der folgenden Tabelle ist für das Verhältnis A : N, wenn dasselbe positiv, Null oder negativ war, die Anzahl eingetragen, da die zugehörigen Werte des Verhältnisses der schlechten zu allen Noten positiv, Null oder negativ waren.

Die Tabelle läßt sofort erkennen, daß die gleiche Bezeichnung häufiger ist, als die entgegengesetzte. In der ersten Zeile nehmen die Zahlen von links nach rechts ab, in der letzten Zeile von links nach rechts zu; in der Mitte aber ändern sie sich von rechts nach links nicht. Dies gilt im Mittel für alle drei Monate.

Das Verhältnis der schlechten Noten zu allen Noten ist:

		positiv	Null	negativ
Das Verhältnis A : N ist	positiv	**11**	0	5
	Null	4	4	3
	negativ	7	10	**12**

Für jeden der drei Monate ist die Zahl der gleich bezeichneten Werte ungleich größer als die ungleich bezeichneten, und die zweifelhaften (die eine Größe Null, die andere positiv oder negativ), hält sich in der Mitte. Zählt man die letzteren Zahlen den Treffern zu, so besteht zwischen Übereinstimmung und Nichtübereinstimmung das Verhältnis 50 : 12!

Die beiden Zahlenreihen sind:

	gleich bezeichnet	ungleich bezeichnet	zweifelhaft
Jänner	10	1	9
Februar	8	4	4
März	9	7	10
Mittel	27	12	23

Es ist geradezu merkwürdig und bestätigt das Vorhandensein einer Wirkung, welche nur an gewissen Tagen vorhanden, ein anderes Mal nicht vorhanden ist, daß

diese beiden Zahlenreihen, welche auf zwei voneinander ganz und gar unabhängigen Wegen gefunden wurden, welche auch eine vollständige Übereinstimmung gar nicht geben können, doch im großen und ganzen miteinander übereinstimmen.

Es kann nach dieser Übereinstimmung, welche an stark beeinflußten Tagen 20 bis 30 Prozent ausmacht, also in der Tat von derselben Größenordnung wie der wöchentliche Gang ist, an dem Vorhandensein eines Einflusses meteorologischer Faktoren auf das Befinden des Menschen und auch auf das allgemeine Betragen der Schuljugend nicht mehr gezweifelt werden. Dieser Einfluß ist aber gewiß nur von derselben Größenordnung, wie etwa der Einfluß eines einzelnen Wochentages.

Wir dürfen aus der Übereinstimmung dieser beiden Zahlenreihen schließen, daß wir die eine für die andere anwenden dürfen, und da sich die Reihe der Beobachter ihres Befindens kontinuierlich über 5 Monate hin erstreckt, wird es angezeigt sein, diese letztere Reihe zu verwenden, um zu ermitteln, welche Tage in der Reihe vom 8. Jänner bis 27. Mai meteorologisch als schlechte, welche als gute bezeichnet werden können. Das Zusammenfallen der einen oder anderen Reihe mit gewissen Witterungstypen wird eine weitere Bestätigung der vorgebrachten Annahme dartun.

IV. Das Wetter in den ersten Monaten 1905.

Betrachten wir zunächst die Monate Jänner, Februar und März, so ergibt sich, daß im Mittel aus beiden Zahlenreihen die folgenden Tage sich als gut und als schlecht erwiesen haben.

Gute Tage:

Jänner 8., 11. bis 14. (13. ausgenommen), 18., 21. bis 30. (29. ausgenommen).

Februar 1., 4., 7., 13. bis 16.

März 17., 20., 24. und 25., 28.

Schlechte Tage:

Jänner 10., 13., 16., 29.

Februar 17. bis 24. (19. und 20. ausgenommen), 27.

März 3., 9., 11. bis 15. (14. ausgenommen), 21. und 22., 26., 29. bis 31.

Als gut sind hiebei jene Tage bezeichnet, bei denen das Mittel aus den Abweichungen für das Befinden und die Schulen im Mittel — 0·1 oder größer als — 0·1 war. Ausnahmen bilden die auf Sonntage und einen Feiertag fallenden 8. und 22. Jänner und 25. März, dann die auf die Ferien fallenden 13. bis 16. Februar. Für diese Tage wurde natürlich in den Schulen mit beobachtet. Für die Beobachter ihres Befindens ist an diesen Tagen die Abweichung stets — 0·2 oder kleiner.

Als schlecht wurden jene Tage notiert, für welche das Mittel aus beiden Zahlenreihen 0·1 oder größer als 0·1 ist. Ausnahmen sind allein die Sonntage 29. Jänner, 12. und 26. März und die Ferialtage 17. und 18. Februar. An diesen Tagen wurde in der Schule nichts aufgezeichnet, aber für das Befinden ergab sich die Abweichung 0·2 oder größer.

Die im vorausgehenden zusammengestellten Tage wurden ohne jede Hypothese über den besonderen Charakter der betreffenden Tage gewonnen; für ihre Zusammenstellung war allein maßgebend, daß das Befinden und die Schulen übereinstimmende Resultate lieferten oder daß an Ferialtagen die Abweichung für das Befinden groß war.

Ein sehr schöner Beweis dafür, daß die im vorausgehenden als schlecht bezeichneten Tage in Wirklichkeit physiologisch ungünstig einwirken, liegt darin, daß an diesen Tagen auch die Epileptiker ungleich mehr Anfälle aufweisen als an den anderen Tagen. Zählt man den oben erwähnten »schlechten« Tagen, die sich vielfach in Perioden anordnen, noch je einen Tag vor und einen Tag nach den betreffenden Tagen zu, so ergibt sich, daß an den in diesem Sinne »schlechten« Tagen der Monate Jänner bis März 23 der oben näher präzisierten Anfälle von Epileptikern vorkamen; auf die übrigen Tage entfallen nur 4.

Es darf daher wohl als erwiesen betrachtet werden, daß sich wirklich die oben erwähnten Tage vor den anderen irgendwie auszeichnen.

Für die Monate April und Mai stehen nur die etwas spärlichen Aufzeichnungen der Beobachter über ihr Befinden und die Notizen über die Anfälle der Epileptiker zu Gebote. Weil die Zahl der Beobachter eine ziemlich kleine ist und die Angaben der Schulen als Ergänzung fehlen, sind diese Werte mit großer Vorsicht aufzunehmen. Dies war der Grund, daß bei diesen Tagen von der oben mitgeteilten Einteilung abgegangen wurde, nach welcher als Tage mit der Verhältniszahl —0·2 und darunter als gut, die Tage mit der Verhältniszahl +0·2 und darüber als schlecht bezeichnet wurden.

Es wurden nur jene Tage besonders bezeichnet, die als ausgesprochen gut und als ausgesprochen schlecht anzusehen sind. Es schien vorteilhaft bei diesen beiden Monaten nur jene Tage, bei denen die Verhältniszahl mindestens +0·4 war, als »schlecht« zu bezeichnen. Wenn die Verhältniszahl —0·4 oder weniger war, so wurden diese Tage als »gut« bezeichnet.

In diesem Sinne waren

Gute Tage:

April: 13., 14., 17., 18.
Mai: 3., 9., 19., 25.

Schlechte Tage:

April: 2., 3., 9., 28., 30.
Mai: 2., 6., 12.

Nachdem so für alle Tage vom Jänner bis Ende Mai alle Tage herausgesucht wurden, welche für das Befinden einer größeren Zahl von Beobachtern, für das Gesamtbetragen einer Klasse und auch für die Epileptiker als gut und als schlecht bezeichnet werden können, nachdem andere als meteorologische Faktoren zur Erklärung dieser Tatsache nicht herangezogen werden können, ist es erwünscht, anzugeben, durch welche meteorologische Besonderheiten die oben angegebenen Tage sich auszeichnen.

Landläufig ist die Auffassung, daß man an gewissen Tagen insbesondere den Föhn verspürt. Daß der Beobachter nicht den Föhn an sich spürt, dafür liefert das angegebene Beobachtungsmaterial eine ganze Reihe von Beispielen. Es werden sicher manche Tage als physiologisch schlecht empfunden, an denen kein Föhn weht.

Es ist schwer, aus der Wetterkarte herauszulesen, welche Umstände einen Tag zu einem guten, welche ihn zu einem schlechten machen. Wetterkarten sehen einander — äußerlich angesehen — oft außerordentlich ähnlich und dennoch ist an beiden Tagen das Wetter ein sehr verschiedenes und so ist es nicht zu verwundern, daß auch das Befinden an diesen Tagen ein verschiedenes ist.

Es geht nicht an, das Steigen und Fallen des Barometers oder aber die Tatsache, daß der Luftdruck einen hohen oder einen geringen Wert zeigt, für den Charakter eines Tages verantwortlich zu machen. So wie das Wetter selbst, so hängt auch das Befinden augenscheinlich von der Verteilung des Druckes über einem größerem Gebiete ab. Ohne damit die Ursache selbst anzugeben, kann gewiß die Verteilung des Luftdruckes, wie sie die Wetterkarte lehrt, als maßgebend bezeichnet werden.

Es ergab sich als gemeinsam für alle Tage, welche sich als gute herausstellten, daß an diesen entweder Innsbruck in einem Hochdruckgebiete lag, das die ganze Situation beherrschte, oder daß doch der Druck im starken Steigen begriffen war. An jenen Tagen, welche als schlecht empfunden wurden, wurde die ganze Situation umgekehrt durch ein Minimum beherrscht, oder (vielleicht sagen wir richtiger) es näherte sich dem Beobachtungsorte tiefer Druck. Ob derselbe seinen Sitz im Westen oder im Norden oder aber im Süden hat, ist gleichgültig. Wenn schon an solchen Tagen Innsbruck hohen Druck aufwies, so lag doch Innsbruck am Rande eines Hochdruckgebietes. Nur ein einziges Mal, am 29. März, liegt Innsbruck in einem Hochdruckgebiet, aber die Situation ändert sich sehr rasch, so daß am 30. März über Innsbruck nur mehr gleichmäßige Druckverteilung zu sehen ist.

Als schlecht stellte sich nicht der Wind an sich heraus, sondern das Herannahen einer Depression. Da nun, wenn eine Depression naht, allerdings der Föhn ziemlich häufig ist, so wird schlechtes Befinden dem Föhn sehr oft vorausgehen oder die ersten Föhntage begleiten.

Es lag nahe, für die guten und schlechten Tage das Steigen und Fallen des Barometers zu untersuchen. Besonders die schlechten Tage sind aber meist solche, an denen sich der Barometerstand sehr rasch ändert. Es geht dann nicht an, das Mittel des Luftdruckes aus den Terminbeobachtungen mit jenen des Vortages zu vergleichen, denn es ist möglich, daß von 2 Uhr an das Barometer sehr stark anstieg und deshalb das Luftdruckmittel dieses Tages sich als höher herausstellt als jenes am Vortage, trotzdem kann in den Nachtstunden, ja selbst am Vormittag das Befinden ein schlechtes gewesen sein.

Es wurde deshalb als Auskunftsmittel an den guten Tagen der höchste Luftdruck zu irgend einem Termin mit dem tiefsten am Vortage verglichen und ebenso für die schlechten Tage der tiefste Luftdruck zu irgend einem Termin des betreffenden Tages mit dem höchsten des Vortages zusammengestellt.

Nach dieser Berechnung sind für alle Monate im folgenden die Mittelwerte mitgeteilt worden:

	Gute Tage			Schlechte Tage		
	Minimum am Vortag	Maximum am guten Tag	Steigen in *mm*	Maximum am Vortag	Minimum am schlechten Tag	Fallen in *mm*
Jänner	717·8	722·9	5·1	723·5	719·4	4·1
Februar	18·4	22·4	4·0	12·9	10·4	2·5
März	08·3	12·7	4·4	12·6	10·3	2·6
April	06·2	08·8	2·6	15·1	09·6	5·5
Mai	10·2	14·3	4·1	15·5	10·9	4·6
Mittelwert	12·2	16·2	4·0	16·0	12·1	3·9

Stimmen diese Werte auch mit dem oben Gesagten überein, schien es doch erwünscht, tabellarisch die Situation an beiden Arten von Tagen näher zu betrachten. In der folgenden Tabelle sind in der ersten Rubrik die Daten der entsprechenden Tage, welche sich als schlecht herausstellten, angegeben. Die zweite Rubrik enthält die Bemerkung, ob das Barometer während des betreffenden Tages, d. h. von Mitternacht zu Mitternacht nach den Angaben des Barographen steigt, fällt oder gleich bleibt. Als gleich ist hiebei bezeichnet worden, wenn das Fallen oder Steigen während dieses Tages 2·5 *mm* oder darunter betrug, im anderen Falle wurde von Steigen oder Fallen gesprochen. Weiters wurde nach den österreichischen Wetterkarten die Lage und Tiefe des die Situation beherrschenden Minimums angegeben und endlich in

der letzten Rubrik aufgenommen, wie man die betreffende Situation zu bezeichnen hat, ob als Depressionsgebiet oder als Sattel u. s. w. Bei raschen Änderungen wurde der nächstfolgende Tag mit herbeigezogen.

Die zweite Tabelle enthält die als »gut« bezeichneten Tage. Wie in den ersten gibt die vornstehende Rubrik die Daten wieder, die zweite das Verhalten des Barometers, wobei wieder eine Schwankung bis zu 2·5 *mm* als Gleichbleiben definiert wurde und die darauffolgenden sagen aus, wo der herrschende hohe Druck seinen Sitz hat, welche Intensität derselbe hat und wie man die betreffende Situation zu bezeichnen hat.

Schlechte Tage (herrschender Tiefdruck).

Datum	Luftdruck	Herrschende Depression		Bemerkung
		Lage	Tiefe	
Jänner				
10	steigt	NE	725 *mm*	Randgebiet
13	gleich	NE	735	Randgebiet
16	fällt	W	735	Randgebiet
29	fällt	NE	730	Randgebiet
Februar				
17	gleich	N	740	Sattel
18	gleich	N	740	Sattel
21	steigt	S	755	Depression
22	fällt	S	755	Depression
23	steigt	SW	760	Depression
24	steigt	—	—	Depression[1]
27	fällt	NW	730	Depression
März				
3	steigt	S	753	Depression
9	fällt	NW	740	Randgebiet
11	fällt	NW	730	Randgebiet
12	gleich	NW	730	Depression
13	steigt	NW	740	Depression
15	fällt	NW	720	Randgebiet

[1] Über Mittel- und Westeuropa sind zahlreiche Depressionen, die eine Rinne bilden.

Datum	Luftdruck	Herrschende Depression		Bemerkung
		Lage	Tiefe	
21	gleich	W	750 *mm*	Randgebiet
22	gleich	NW	755	Randgebiet
26	steigt	NW	755	Randgebiet
29	gleich	NW	745	Hochdruck (?)
30	gleich	N	750	Randgebiet
31	gleich	N	750	Randgebiet
		April		
2	fällt	N	757	Randgebiet
3	steigt	NE	750	Randgebiet
9	fällt	NW	745	Randgebiet
28	gleich	NW	745	Randgebiet
30	steigt	W	736	Randgebiet
		Mai		
2	gleich	NW	746	Depression
6	gleich	W	760	Depression
12	fällt	S	758	Randgebiet

Gute Tage.

Datum	Luftdruck	Herrschendes Maximum		Bemerkung
		Lage	Höhe	
		Jänner		
8	steigt	Mitteleuropa	775 *mm*	Randgebiet
11	fällt	W-Europa	770	Hochdruck
12	fällt	W	770	Randgebiet
14	steigt	N-Europa	778	Randgebiet
18	steigt	NE-Europa	775	Tief
21	steigt	E-Europa	785	Randgebiet
22	steigt	E-Europa	780	Hochdruck
23	gleich	Mitteleuropa	780	Hochdruck
24	gleich	Mitteleuropa	780	Hochdruck
25	fällt	Mitteleuropa	775	Hochdruck
26	steigt	NW	780	Randgebiet

Datum	Luftdruck	Herrschendes Maximum		Bemerkung
		Lage	Höhe	
27	steigt	W	785 *mm*	Randgebiet
28	steigt	W	785	Sattel
30	fällt	W	780	Randgebiet
		Februar		
1	gleich	W	775	Randgebiet
4	gleich	W-Europa	775	Randgebiet
7	gleich	Mitteleuropa	780	Randgebiet
13	steigt	W	775	Randgebiet
14	gleich	W	775	Randgebiet
15	gleich	W	775	Randgebiet
16	gleich	Mitteleuropa	775	Hochdruck
		März		
17	steigt	NE-Europa	775 *mm*	Sattel
20	gleich	Mitteleuropa	765	Hochdruck
24	gleich	NE	775	Tiefdruck
25	gleich	NE	775	Sattel
28	steigt	(Mitteleuropa)	765	Tief
		April		
13	gleich	N	765	Sattel
14	fällt	N	770	Sattel
17	gleich	N	775	Tief
18	gleich	N	775	Randgebiet
		Mai		
3	steigt	W	770	Randgebiet
9	steigt	W	770	Tief
19	gleich	NW	770	Tief
25	steigt	SW	764	Randgebiet

Wie aus der ersten Tabelle ersichtlich ist, kann für die oben als schlecht bezeichneten Tage stets eine Depression angegeben werden, welche die ganze Situation beherrscht, oder welche doch im Laufe des kommenden Tages zur herrschenden wird. Nicht so einfach liegen die Verhältnisse für die guten

Tage. In sehr vielen Fällen herrscht allerdings hoher Druck, aber es kann Herrschaft des hohen Druckes für die guten Tage nicht als charakteristisch angesehen werden. Entweder es gewinnt erst am nächsten Tage, wie am 24. und 28. März, der hohe Druck die Herrschaft, oder aber, es ist doch von Anfang an der Luftdruck sehr hoch oder er steigt doch. Inwiefern Steigen des Barometers als physiologisch gut empfunden wird, zeigt die folgende, aus den oben mitgeteilten Werten abgeleitete Tabelle.

Es zeigt sich, daß in den guten Fällen das Barometer in 14 Fällen steigt, nur in 5 Fällen fällt. Als gleich mit Barometerschwankungen bis zu 2·5 *mm* können 15 Fälle angeführt werden.

V. Zusammenfassung.

Fassen wir das in dem Vorausgehenden enthaltene Beobachtungsmaterial zusammen, ergibt sich das folgende Resultat:

1. Sowohl jene Herren, welche jeden Tag von ihrem Befinden notierten, ob dasselbe normal oder abnormal war, als auch die Schulklassen, an welchen vor- und nachmittags von den Kindern angegeben wurde, ob ihr Gesamtbetragen ein gutes oder schlechtes war, haben je nach den Wochentag, einen ausgesprochenen wöchentlichen Gang.

Dieser wöchentliche Gang ist ein großer (etwa 30 Prozent) und er ist mindestens so groß als der Einfluß meteorologischer Faktoren.

2. Wenn man den Einfluß des Wochentages eliminiert, so bleiben sowohl bei den Leuten, welche ihr Befinden angaben, als auch bei den Schulen doch noch gewisse Tage als schlecht, andere als gut übrig.

3. Die beiden voneinander unabhängigen Reihen (die Leute, welche ihr Befinden notieren, als auch die Schulen) stimmen gut miteinander überein. Dies folgt aus dem Auszählen der Übereinstimmung und Nichtübereinstimmung beider Reihen.

Diese Tage müssen meteorologisch als ausgezeichnet angesehen werden.

4. Es zeigt sich, daß jene Tage physiologisoh als schlecht empfunden werden, an denen eine Depression die Situation beherrscht und im Heranrücken begriffen ist. Der Einfluß des Föhns ist also ein mittelbarer. Als gut werden jene Tage bezeichnet, an denen hoher Druck herrscht oder doch das Barometer steigt.

Wie für das Wetter, so ist auch für das Befinden in erster Linie die Verteilung des Luftdruckes maßgebend.



DIE
MORPHOLOGIE DER HÜFTBEINRUDIMENTE DER CETACEEN

VON

O. ABEL,

PROFESSOR DER PALAEONTOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

Mit 56 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. JUNI 1907.

I. Einleitung.

I. Da die Lokomotion bei den Cetaceen und Sirenen ausschließlich der Schwanzflosse zufällt, sind die hinteren Gliedmaßen und das Becken außer Funktion gesetzt und infolge des Nichtgebrauches verkümmert.

II. In frühen Embryonalstadien sind bei den Delphinen die Hinterbeine noch durch kleine Stummeln angedeutet, welche aber schon während des fötalen Lebens wieder verschwinden.[1]

III. Die Anlage der Beckenknorpel, welche später zu Beckenknochen werden, scheint nach G. Guldberg erst dann aufzutreten, wenn die äußerlich sichtbaren Gliedmaßenstummel des Embryos bereits stark reduziert sind.[2]

IV. Bei erwachsenen Tieren sind stets knöcherne Reste des Beckengürtels und mitunter auch knöcherne oder knorpelige Reste der hinteren Gliedmaßen vorhanden, welche tief in den Weichteilen liegen.

V. Die Hintergliedmaßen befinden sich bei den Cetaceen und Sirenen stets in einem höheren Reduktionsgrade als das Becken. Sie sind entweder auf kümmerliche Reste reduziert oder ganz verloren gegangen.

A. Knöcherne oder knorpelige Reste der hinteren Gliedmaßen sind bisher bei folgenden lebenden Meeressäugetieren beobachtet worden:

1. *Balaena mysticetus* L. (Femur und Tibia).[3]
2. *Megaptera boops* Fabr. (Femur).[4]
3. *Balaenoptera physalus* L. (Femur).[5]
4. *Manatus latirostris* Harl. (Femur).[6]

B. Die Existenz von knöchernen oder knorpeligen Femurrudimenten ist mit Rücksicht auf das Vorhandensein eines rudimentären Acetabulums bei folgenden Arten zu vermuten:

1. *Halicore tabernaculi* Rüpp.[7]
2. *Rhytina gigas* Zimm.[8]

VI. Das Becken der lebenden Cetaceen und Sirenen ist bei den einzelnen Gattungen und Arten in verschieden hohem Grade reduziert.

Überdies ist die Beckenform bei allen lebenden Cetaceen und Sirenen großen individuellen Schwankungen unterworfen, wie dies bei der rudimentären Natur des Beckens nicht anders zu erwarten ist.

VII. Allen Hüftbeinrudimenten der lebenden Sirenen und Cetaceen ist das Fehlen des Foramen obturatorium gemeinsam.

VIII. Die Beckenrudimente stehen entweder, wie bei den lebenden Sirenen, noch in Verbindung mit der Wirbelsäule, oder sind, wie bei allen lebenden Cetaceen, von der Wirbelsäule losgelöst.

IX. Der hohe Reduktionsgrad des Hüftbeines bei den lebenden Cetaceen ist die Ursache, weshalb die Morphologie der Beckenrudimente der Cetaceen bisher nicht befriedigend geklärt werden konnte.

Das Gleiche war bis vor kurzer Zeit bei den lebenden Sirenen der Fall. Eine Reihe glücklicher Fossilfunde hat uns jedoch in den Stand gesetzt, die einzelnen Reduktionsstufen des Beckens bei den tertiären Sirenen genau festzustellen und auf diesem Wege die Morphologie der Hüftbeinrudimente der lebenden Sirenen zu klären.

X. Im folgenden soll gezeigt werden, daß sich die Reduktion des Beckens bei den Halicoriden und Cetaceen in durchaus parallelen Bahnen vollzog. Nur *Manatus* ist als der Vertreter einer Stammesreihe anzusehen, bei welcher die Verkümmerung des Beckens in ganz eigenartiger Weise verlief.

II. Die bisherigen Deutungsversuche an den Hüftbeinrudimenten der Cetaceen.

Die hochgradige Reduktion der Hüftbeine der Cetaceen, ihre Trennung von der Wirbelsäule und die nahezu horizontale Lage der Beckenrudimente im Körper haben die richtige Deutung der Beckenrudimente bis jetzt verhindert, zumal die Untersuchungen an den Embryonen kein Licht in diese Frage zu bringen vermochten.

Die meisten Morphologen waren der Ansicht, daß die rudimentären Hüftbeine der Cetaceen nur einen einzigen Beckenknochen enthalten; andere vertraten dagegen die Meinung, daß das rudimentäre Hüftbein aus zwei Elementen bestehe. Daß in einigen rudimentären Hüftbeinen wie in jenen des Grönlandswals und Finwals die drei Hauptelemente des Säugetierbeckens noch vorhanden sein könnten, wurde seit den Untersuchungen von Eschricht, Reinhardt und Struthers nicht mehr in Erwägung gezogen.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß das rudimentäre Cetaceenhüftbein nur aus einem oder höchstens aus zwei Elementen besteht, so sind im ganzen sechs Kombinationen möglich. In der Tat hat jede dieser sechs Kombinationen ihre Vertreter gefunden.

A. Das rudimentäre Hüftbein der Cetaceen besteht nur aus einem Beckenelement.

1. Ischium.
2. Ilium.
3. Pubis.

B. Das rudimentäre Hüftbein der Cetaceen besteht aus zwei Beckenelementen.

4. Ischium + Ilium.
5. Ischium + Pubis.
6. Ilium + Pubis.

1. Deutungsversuch (Ischium allein).

Während sich noch G. Cuvier in vagen Vermutungen über die Natur der Cetaceenhüftbeine erging, war W. Rapp[9] der erste, welcher mit Rücksicht auf das Verhalten des Corpus cavernosum penis die rudimentären Cetaceenhüftbeine als Ossa ischii deutete. Stannius[10] schloß sich dieser Auffassung an und zeigte, daß das Hüftbein der *Phocaena communis* mit zwei Muskeln in Verbindung tritt, dem M. retractor ischii s. ischiocaudalis und dem M. ischiocavernosus.

Dieselbe Meinung vertraten Eschricht und Reinhardt[11] in ihrer berühmten Abhandlung über den Grönlandswal. Sie machten zuerst darauf aufmerksam, daß das Hüftbein von *Balaena mysticetus* L. aus drei Elementen wie das normale Säugetierbecken zu bestehen scheine; nach ihrer Ansicht würde der hintere, längste Beckenabschnitt dem Ischium, der vordere, untere und innere dem Pubis und der mittlere, obere und äußere dem Ilium zu vergleichen sein. Da aber das Hüftbein nur einen Ossifikationskern enthält, so kann es nach der Meinung von Eschricht und Reinhardt auch nur einem einzigen Beckenelement entsprechen. Beide Cetologen homologisierten daher das Hüftbein des Grönlandswals mit dem Ischium.

Dieser Auffassung über die Morphologie des Hüftbeins von *Balaena mysticetus* L. schlossen sich fast alle hervorragende Anatomen an, unter welchen namentlich Huxley,[12] Struthers,[13] Leche,[14] Flower,[15] Malm,[16] Reynolds[17] und Weber[18] zu nennen sind. Auch Gervais und Van Beneden[19] vertraten diese Deutung in ihrer »Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles«, obgleich in derselben an zwei Stellen[20] die Hüftbeine von *Balaenoptera physalus* L. (= *B. musculus* auct.) und *Physeter macrocephalus* L. mit dem Ilium homologisiert werden.

Yves Delage[21] sagt über das Hüftbein von *Balaenoptera physalus* L. folgendes:

»L'os pelvien de notre Baleinoptère montre dans son ensemble une ressemblance étroite avec un bassin entier, bassin très long et peu élevé, mais cependant d'une forme assez régulière. La concavité interne, le prolongement antérieur élargi, qui représente un iliaque, le processus postérieur cylindrique qui rapelle un pubis, et l'apophyse externe qui ressemble à un ischion, la concavité de la face inférieure de l'os qui donne l'idée d'une cavité cotyloïde oblitérée, le voisinage du cartilage fémoral attaché dans cet enfoncement comme le fémur par le ligament rond, tout concourt à rendre cette assimilation séduisante. On sait qu'autrefois elle était généralement admise.«

»Mais ici, comme dans tant d'autres cas, l'Embryogénie est venue démontrer l'inanité des spéculations fondées sur l'anatomie de l'adulte. Il se trouve que ce prétendu bassin n'est qu'un ischion et qu'il est présenté chez le jeune par un seul cartilage et ne possède qu'un seul point d'ossification.«

Diese Ausführungen stammen aus einer Zeit, in welcher die Ergebnisse der embryologischen Forschungen überschätzt und die der paläozoologischen unterschätzt wurden. In vielen Fällen ist aber die embryologische Untersuchung ungeeignet, um die Phylogenie und Morphologie von rudimentären Organen zu enträtseln; hier hat die paläozoologische Forschung einzusetzen. Die Phylogenese des Hüftbeins der Sirenen ist nicht auf embryologischem, sondern auf paläozoologischem Wege geklärt worden und wir müssen diese Ergebnisse in erster Linie berücksichtigen, wenn wir zu einer richtigen Deutung der Hüftbeinrudimente der Cetaceen gelangen wollen.

Die Form des Hüftbeinrudimentes von *Balaena mysticetus* L. und *Balaenoptera physalus* L. hatte wiederholt die Aufmerksamkeit der Cetologen erregt. Wie schon früher erwähnt, prüften bereits Eschricht und Reinhardt die Frage, ob nicht in diesem Hüftbeinrudiment mehrere Beckenelemente vertreten seien. Auch Struthers[22] war in seinen sorgfältigen Untersuchungen über das Becken des Finwals und des Grönlandswals dieser Frage näher getreten. Alle diese Forscher kamen jedoch zu dem gleichen Ergebnisse, daß das Vorhandensein eines einzigen Ossifikationszentrums für die Homologisierung des Rudimentes mit dem Ischium entscheidend sei.

Die Entscheidung der Frage nach der Morphologie der Hüftbeinrudimente der Wale wurde namentlich dadurch hinausgeschoben, daß die Lage des Acetabulums, die relative Länge der einzelnen Hüftbein-

abschnitte und ihre außerordentliche Ähnlichkeit mit den Hüftbeinen der tertiären Sirenen (*Halitherium Schinzi* Kaup) niemals näher beachtet wurden. Dagegen wurde der Tatsache, daß der Musculus ischiocavernosus und die Corpora cavernosa penis mit den Hüftbeinen der Cetaceen in Verbindung treten, entscheidende Bedeutung beigemessen, so daß bis heute jene Auffassung noch immer als die herrschende zu betrachten ist, nach welcher die rudimentären Hüftbeine der Cetaceen allein den Sitzbeinen entsprechen.[23]

2. Deutungsversuch. (Ilium allein.)

Es ist fraglich, ob diese Auffassung von P. Gervais und P. J. Van Beneden nicht mehreren sinnstörenden Druckfehlern ihre Entstehung verdankt.

In dem Abschnitte über das Skelett der Cetaceen im Allgemeinen heißt es über die Hüftbeine der Zahnwale: »Il y en a deux dans les cétodontes qui correspondent à l'Ischion.«[24] Auch bei der stets nur ganz kurzen Erwähnung der Hüftbeine der einzelnen Zahnwalgattungen[25] spricht P. Gervais stets von einem »os ischiatique« oder »bassin«, »os du bassin« und »os pelvien«. Dagegen beschreibt Gervais das Hüftbein von *Physeter* als »os iliaque«.[26] Es geht jedoch aus dieser Bezeichnung nicht mit voller Sicherheit hervor, ob Gervais das Hüftbeinrudiment des Pottwals wirklich mit dem Ilium homologisieren wollte oder ob nur ein Druckfehler vorliegt, da es weiter heißt: »Une dernière pièce à signaler pour le tronc est l'os iliaque, qui paraît formé d'une seule pièce comme chez les autres Cétodontes.«

Ebenso ist es sehr auffallend, daß Van Beneden das Hüftbeinrudiment von *Balaenoptera rostrata* ausdrücklich dem Ischium gleichstellt,[27] aber das Hüftbein von *Balaenoptera physalus* (Finwal) als das Ilium bezeichnet.[28] Auch hier liegt vielleicht nur ein sinnstörender Druckfehler vor.

3. Deutungsversuch. (Pubis allein.)

Weyhe's Darstellung über das Beckenrudiment und die Gliedmaßenreste der Wale[29] ist unklar und enthält zahlreiche Irrtümer.

Das Hüftbeinrudiment der Delphine entspricht nach Weyhe nur dem Pubis des normalen Säugetierbeckens, weil das Corpus cavernosum penis von ihm entspringt.

Dagegen besteht nach Weyhe das Hüftbeinrudiment der Bartenwale aus dem Schambein und »Hüftbein.«[30]

Das Ischium ist nach Weyhe niemals im Hüftbeinrudiment der Wale enthalten.

4. Deutungsversuch. (Ischium + Ilium.)

Diese Deutung rührt von W. Vrolik[31] her, welcher die vordere Hälfte des Hüftbeins der Delphine mit dem Ilium, die hintere Hälfte mit dem Ischium homologisierte.

Es ist nicht mehr nötig, auf die Meinung Vrolik's über die Lage der Schambeine näher einzugehen, da schon seit langer Zeit festgestellt ist, daß die Hüftbeinrudimente der Cetaceen nicht durch ein »os médian« verbunden sind.

5. Deutungsversuch. (Ischium + Pubis.)

Während R. Owen[32] die Hüftbeine der Delphine und von *Hyperoodon* als Ischia ansah, vertrat er die Meinung, daß das Hüftbein von *Balaena mysticetus* in seinem vorderen Abschnitte dem Pubis, in seinem hinteren dem Ischium der übrigen Säugetiere gleichzustellen sei.

6. Deutungsversuch. (Ilium + Pubis.)

Diese Deutung ist nur von Weyhe vertreten worden; nach ihm soll das Hüftbein der Bartenwale ausschließlich aus dem Darmbein und Schambein bestehen.[33]

III. Die Hüftbeinreduktion bei den Sirenen.

Der anatomische Bau der Sirenen weist ihnen einen Platz in der Ordnung der Huftiere an.

Das stark verkümmerte Hüftbein der beiden lebenden Sirenengattungen *Halicore* und *Manatus* hat von einem Hüftbeintypus seinen Ausgang genommen, welchen wir bei den alttertiären Ungulaten antreffen.

Die älteste Sirene, welche wir bis heute kennen, unterscheidet sich im Baue ihres Beckens sehr wenig von den verwandten alttertiären Proboscidiern[34] und ist noch durch den Besitz von funktionellen Hintergliedmaßen ausgezeichnet.

Mehrere Funde im Mitteleocän und Obereocän Ägyptens, im Oligocän Deutschlands und im Miocän Österreichs setzen uns in die Lage, über den Verlauf der Beckenreduktion bei den Sirenen ein klares Bild zu gewinnen, und zwar sind wir imstande, die einzelnen Stufen dieses Reduktionsprozesses Schritt für Schritt zu verfolgen.

Da die genaue Kenntnis der verschiedenen Reduktionsstadien des Sirenenhüftbeins von entscheidender Bedeutung für die richtige Analyse des Cetaceenbeckens ist, so sollen im folgenden die Beckenformen der tertiären und lebenden Sirenen besprochen werden.[35]

1. Eotherium aegyptiacum Owen.

Mitteleocän. — Untere Mokattamstufe Ägyptens.

(Fig. 1.)

Das Hüftbein weist noch ein geschlossenes Foramen obturatorium auf. Das Ilium ist keulenförmig; die Crista lateralis ist kräftig und endet am Dorsalrand des Acetabulums mit einer für den Ursprung des M. rectus femoris bestimmten Grube. Das Acetabulum ist groß und tief, die Fossa acetabuli springt weit gegen das Innere der Pfanne vor. Am Ventralrande des Darmbeins befindet sich etwa in gleicher Höhe wie die Grube für den M. rectus femoris ein Höcker, welcher wahrscheinlich als das Tuberculum iliopectineum zu deuten ist.

Da die Gelenkpfanne durchaus normal gebaut und sogar auffallend tief ausgehöhlt ist, so muß die Hinterextremität noch funktionell gewesen sein.

Die beginnende Hüftbeinreduktion macht sich jedoch darin bemerkbar, dass der vordere Abschluß des Hüftloches schwächer als bei den übrigen Huftieren ausgebildet ist und nur aus einer zarten Spange besteht.

2. Eosiren libyca Andrews.

Obereocän.[36] — Obere Mokattamstufe Ägyptens.

(Fig. 2.)

Das Hüftbein dieser Sirene ist bereits bedeutend stärker reduziert als dies bei *Eotherium* der Fall ist. Die Gelenkpfanne ist zwar noch groß und in ihr artikulierte zweifellos noch ein größeres Femurrudiment, aber die Hinterextremität kann nicht mehr funktionell gewesen sein. Im Vergleiche zu Eotherium ist die Gelenkpfanne stark reduziert, besitzt aber noch die Incisura acetabuli.

Das Foramen obturatorium ist nicht mehr geschlossen, da Pubis und Ischium ihre vordere Verbindung gelöst haben und das Pubis endet somit als stumpfer Fortsatz.

Über die Homologie der einzelnen Beckenelemente kann übrigens nicht der leiseste Zweifel bestehen.

3. **Halitherium Schinzi** Kaup.

Mitteloligocän. — Meeressande des Mainzer Beckens.

(Fig. 3.)

Die Gattung *Halitherium* erscheint zuerst im Mitteleocän Oberitaliens, erreicht ihren Kulminationspunkt im Mitteloligocän und geht im Untermiocän, sich in verschiedene Zweige spaltend, in die Gattung Metaxytherium über.

Am genauesten bekannt ist *Halitherium Schinzi* Kaup, welches in Mitteleuropa weit verbreitet war, besonders häufig aber in den mitteloligocänen Meeressanden des Mainzer Beckens angetroffen wird.

Das Hüftbein von *Halitherium Schinzi* ist stärker reduziert als bei *Eosiren libyca.* Das Pubis ist noch kürzer geworden und erscheint als dicker, abgerundeter Stummel. Das Ischium ist dicker und plumper als bei *Eosiren,* unterliegt aber bedeutenden individuellen Formschwankungen, welche namentlich die relative Länge betreffen. Wenn auch das rudimentäre Pubis in seiner Form stark variiert, so ist es doch bei allen bisher bekannten Hüftbeinen dieser Sirene noch als Stummel vorhanden.

Die Gelenkpfanne ist stark zurückgebildet; die Incisura acetabuli ist zwar noch vorhanden, aber der Umriß des Supercilium acetabuli erscheint verzerrt.

Das rudimentäre Femur ist ein schlanker, distal zugespitzter Knochen, der nicht im ganzen Bereich der alten Gelenkpfanne, sondern in einer kleineren, zentral gelegenen Grube artikuliert. Das spitz zulaufende Distalende des Femur rechtfertigt den Schluß, daß außer dem Femur keine anderen Rudimente der Hinterextremität vorhanden waren.

4. **Metaxytherium Petersi** Abel.

Mittelmiocän. — Leithakalkbildungen des Wiener Beckens.

(Fig. 4.)

Die Gattung *Metaxytherium* ist auf das Miocän und Pliocän Mittel- und Südeuropas beschränkt. Sie ist sicher unmittelbar aus *Halitherium* hervorgegangen.

Das Hüftbein dieser Gattung verhält sich bei den einzelnen Arten derselben sehr verschieden.

Für alle Hüftbeine ist jedoch bezeichnend, daß das Pubis weit stärker als bei *Halitherium Schinzi* reduziert ist. Es tritt mitunter, wie bei dem in Fig. 4 abgebildeten Hüftbein von *Metaxytherium Petersi,* noch als kleiner, sehr stumpfer und kurzer Fortsatz auf, ist bei einem Hüftbein von *Metaxytherium Krahuletzi* zu einem kleinen, warzenartigen Höcker verkümmert[37] und fehlt bei einem zweiten Hüftbein derselben Art sogar vollständig.[38]

Ebenso variabel ist die Form und Größe des Acetabulums. Das Caput femoris artikulierte in einer kleinen, ovalen, schwach vertieften Grube in der Mitte der ehemaligen Gelenkpfanne. Die Gelenkpfanne ist sehr stark verzerrt und unterliegt großen Schwankungen im Verlaufe des Supercilium acetabuli; die Incisura acetabuli läßt sich jedoch noch beobachten, obgleich sie bereits außerordentlich rudimentär geworden ist.

5. **Halicore dugong** Lac.

Gegenwart. — Indoaustralische Region.

(Fig. 5.)

Dem Hüftbein des miocänen *Metaxytherium* reiht sich dem Reduktionsgrade nach das Hüftbein des Dugong an. Hier ist das Pubis vollständig verloren gegangen; auch die Gelenkpfanne fehlt vollständig.[39]

6. **Halicore tabernaculi** Rüpp.

Gegenwart. — Rotes Meer.

(Fig. 6.)

Das Hüftbein des Dugongs aus dem Roten Meere unterscheidet sich von jenem des indisch-australischen Dugong[40] durch schlankere Gestalt und namentlich durch ein stabartig gebautes Ischium. Im Ver-

Fig. 1 bis 6.

Die Reduktion des Hüftbeins bei den Sirenen.

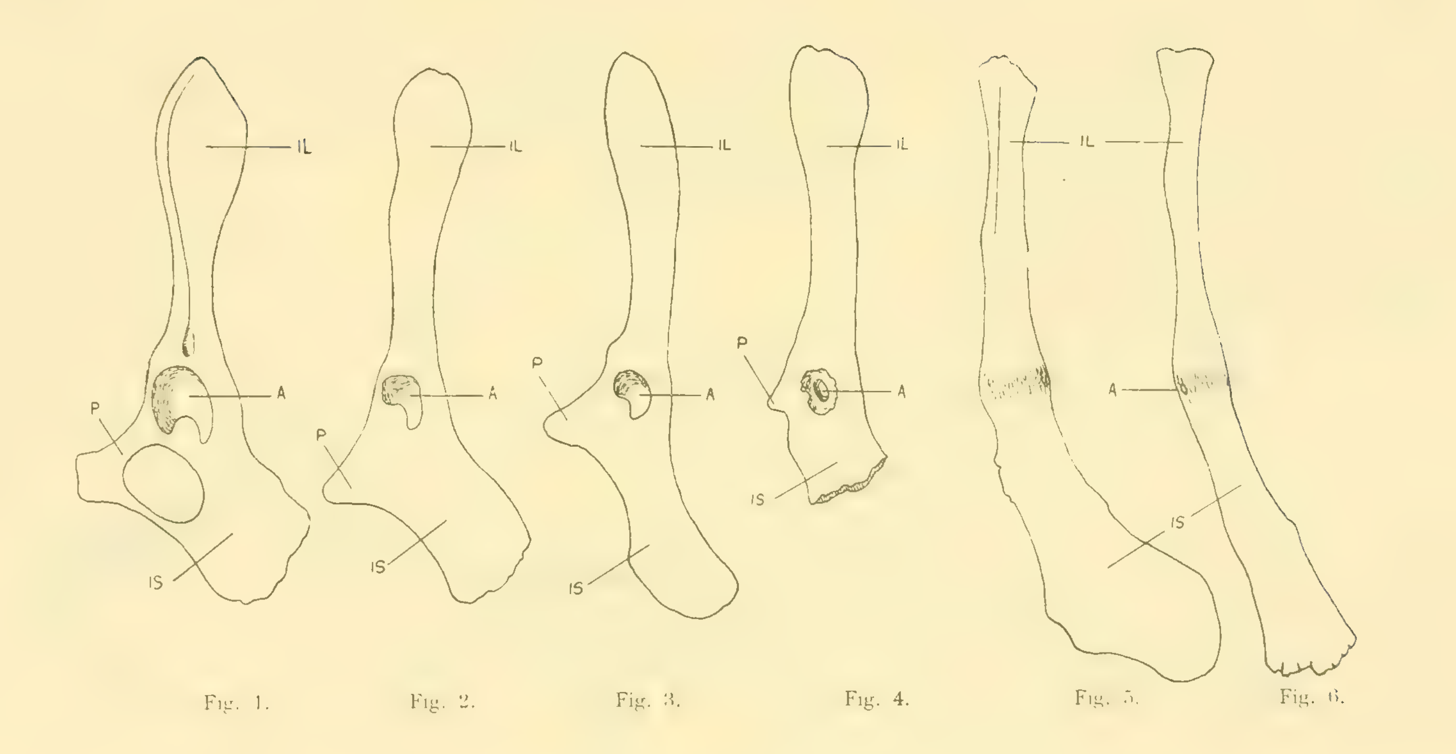


Fig. 1—6: Das linke Hüftbein, von außen gesehen.

Fig. 1. *Eotherium aegyptiacum* Owen. — Geologisches Alter: Mitteleocän. — Herkunft: Untere Mokattamstufe aus der Gegend von Kairo. — Original: Im königl. Naturalienkabinett in Stuttgart. Beschrieben und abgebildet: O. Abel, Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs. — Abh. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, XIX. Bd., 2. Heft, 1904, p. 187—201, Taf. VII, Fig. 1. (Kopie schematisiert und spiegelbildlich gezeichnet.) — Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Fig. 2. *Eosiren libyca* Andrews. — Geologisches Alter: Obereocän. — Herkunft: Obere Mokattamstufe, Fajûm (Ägypten). — Original: Im königl. Naturalienkabinett in Stuttgart. — Originalzeichnung. — Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Fig. 3. *Halitherium Schinzi* Kaup. — Geologisches Alter: Mitteloligocän. — Herkunft: Meeressand von Flonheim bei Mainz. — Original: Im Museum in Darmstadt. — Beschrieben und abgebildet: J. Kaup, Beiträge zur näheren Kenntnis der vorweltlichen Säugetiere, 2. Heft, Darmstadt 1855, p. 21, Taf. VI, Fig. 8. (Spiegelbildliche Kopie der Kaup'schen Zeichnung.) — Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Fig. 4. *Metaxytherium Petersi* Abel. — Geologisches Alter: Mittelmiocän. — Herkunft: Leithakalk von Hainburg a. d. Donau. — Original: Im Museum der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien. — Beschrieben und abgebildet: O. Abel, l. c., p. 135—137, Taf. VII, Fig. 2. — Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Fig. 5. *Halicore dugong* Lac. — Gegenwart. — Herkunft: Sandy Strait bei Fraser Island (Ostküste Australiens). — Original: Im K. k. naturhist. Hofmuseum in Wien. — Beschrieben und abgebildet: L. v. Lorenz, Das Becken der Steller'schen Seekuh. — Abh. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, XIX. Bd., 3. Heft, 1904, p. 2—4, Taf. I, Fig. 1. — Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Fig. 6. *Halicore tabernaculi* Rüpp. — Gegenwart. — Herkunft: Kosseir am Roten Meer. — Original: Im königl. Naturalienkabinett in Stuttgart (Nr. 1360 ♂, adult). — Originalzeichnung. Verkleinerung: ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *A* = Acetabulum.

laufe des Reduktionsprozesses des Sirenenhüftbeins kann man beobachten, daß das Ischium von Stufe zu Stufe an Länge zunimmt, ohne jedoch ganz die Länge des Iliums zu erreichen.

Die Verwachsungsstellen von Ilium und Ischium sind stets durch eine Verdickung des Knochens bezeichnet.

In einem einzigen Falle konnte ein rudimentäres, außerordentlich kleines Acetabulum beobachtet werden; es ist auf dem linksseitigen Hüftbein vorhanden, fehlt aber dem Hüftbein der rechten Seite gänzlich.[41]

7. Rhytina gigas Zimm.

1768 ausgerottet. — Behringsinsel.

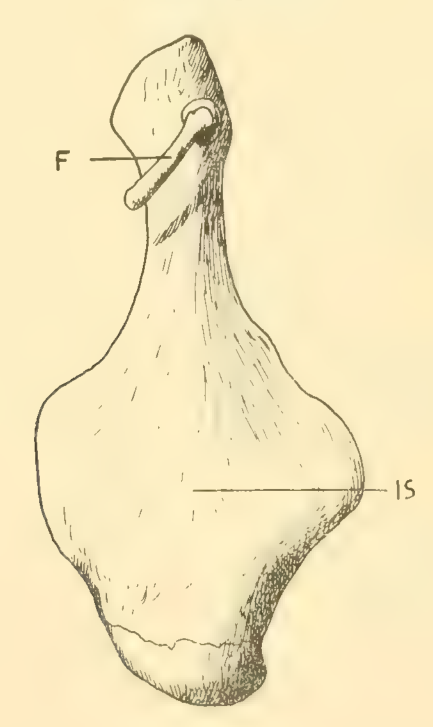
Das Hüftbein der *Rhytina* besteht aus einem fast zylindrischen, geraden Knochenstab, welcher an beiden Enden verdickt und verbreitert ist. Das Acetabulum ist an dem von L. von Lorenz[42] beschriebenen Hüftknochen noch deutlich zu erkennen, ist aber zu einer kleinen, ovalen Fläche reduziert,[43] welche sich von den angrenzenden Teilen des Hüftbeins durch ihre Glätte unterscheidet. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir in dieser kleinen Fläche den letzten Rest der Gelenkpfanne von *Eotherium* zu erblicken haben.[44]

Das Pubis fehlt wie bei *Halicore* vollständig, so daß das Hüftbein nur aus dem Ilium und Ischium besteht. Wie bei *Halicore* ist das Ilium länger als das Ischium.[45]

Fig. 7.

Linkes Hüftbein eines Manatus latirostris Harl. ♂.

(Von außen gesehen.)



Original: Alkoholpräparat im königl. Naturalienkabinett in Stuttgart. — Länge des Skeletts: 220 *cm*. — Länge des Hüftbeins: 90·5 *mm*. — Herkunft: Surinam. Beschrieben und abgebildet: O. Abel, Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs, p. 198 und 205, Taf. VII, Fig. 6. — Natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IS = Ischium. *F* = Femurrudiment.

8. Manatus latirostris Harl.

Gegenwart. — Ostküste Südamerikas.

(Fig. 7.)

Während alle bisher besprochenen Gattungen (*Eotherium, Eosiren, Halitherium, Metaxytherium, Halicore, Rhytina*) eine geschlossene Reduktionsreihe bilden, steht *Manatus* ganz abseits. Bei dieser Gattung ist nicht nur das Pubis verloren gegangen, sondern auch das Ilium, von welchem nur in vereinzelten Fällen kleine Reste am proximalen Ende des Ischiums erhalten zu sein scheinen.[46]

Übersicht der Reduktionsstufen des Sirenenbeckens.

Geologisches Alter	Reduktionsgrad des Beckens	Name der Gattungen: A. *Halicoridae*	Name der Gattungen: B. *Manatidae*
Mitteleocän	Becken normal, nur die vordere von Pubis und Ischium gebildete Spange (Ramus descendens pubis und Ramus ascendens ischii) verdünnt.	*Eotherium*	Zwischenstufen unbekannt
Obereocän	Kein geschlossenes Foramen obturatorium, Pubis und Acetabulum reduziert.	*Eosiren*	
Mitteleocän bis Untermiocän (am häufigsten im Oligocän)	Pubis zu einem dicken, kurzen Fortsatz reduziert, Acetabulum stärker reduziert als bei *Eosiren*.	*Halitherium*	
Untermiocän bis Pliocän (am häufigsten im Mittel- und Obermiocän)	Pubis sehr stark reduziert oder ganz verloren gegangen. Acetabulum stärker reduziert als bei *Halitherium*, Umriß der ursprünglichen Gelenkpfanne verzerrt.	*Metaxytherium*	
Holocän	Pubis ganz verloren gegangen, Acetabulum fast immer verloren gegangen (nur in einem Falle in sehr stark reduziertem Zustande nachgewiesen).	*Halicore*	
Holocän bis 1768	Pubis ganz verloren gegangen, Acetabulum wie bei *Halicore*, Hüftbeinrudiment stabförmig, an beiden Enden verdickt, Ilium wie bei allen vorhergehenden Gattungen länger als Ischium.	*Rhytina*	
Holocän	Pubis ganz verloren, Ilium in der Regel ganz verloren, mitunter auf unbedeutende Reste am Proximalende des Ischiums reduziert; Acetabulum sehr häufig in stark rudimentärem Zustande vorhanden.	-	*Manatus*

Das Acetabulum ist sehr häufig erhalten, befindet sich aber in einem hohen Grade der Reduktion. In einem Falle konnte ein knöchernes Femurrudiment (Fig. 7) beobachtet werden; wahrscheinlich sind bei allen Hüftbeinen mit rudimentären Gelenkpfannen solche Rudimente vorhanden gewesen, aber durch unvorsichtige Präparation verloren gegangen.

Während bei den Halicoriden das Ischium im Verlaufe der Hüftbeinreduktion seine ursprüngliche Form mehr und mehr verliert, ist dies bei *Manatus* nicht der Fall. Hier hat das Ischium in einzelnen Fällen (Fig. 8) nahezu seine ursprüngliche Form bewahrt.

Manatus gehört einem ganz anderen Zweige des Sirenenstammes an als die Halicoriden; die Manatiden haben sich schon sehr frühzeitig, jedenfalls noch im Eocän, von den Halicoriden getrennt und vollständig unabhängig entwickelt.

Fig. 8.

Die beiden Hüftbeine von Balaenoptera physalus L. (Finwal), in natürlicher Lage und Entfernung.

(Von unten gesehen.)



Herkunft: Gestrandet am 18. Dezember 1884 bei Nairn (Schottland). — Original: Im Museum von Aberdeen. — Körperlänge: 50 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 291, Pl. XIX, Fig. 4 und 5. — Länge des Hüftbeins: $10^1/_8$ Inches. — Verkleinerung: $^1/_6$ der natürl. Größe.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* Ischium. *A* = Acetabularknorpel. *F* Femurrudiment. *R* = Rechts. *L* = Links. (Die Ilia sind nach vorne, die Ischia nach hinten, die Pubes nach außen gerichtet. Die knorpeligen Partien sind punktiert).

IV. Die Morphologie des Hüftbeinrudimentes der Cetaceen.

I. Balaenoptera physalus L.

(Finwal, *Balaenoptera musculus* auct.)

Allgemeine Form des Hüftbeinrudimentes.

Die eingehendsten Untersuchungen über die Beckenreste des Finwals verdanken wir dem ausgezeichneten Cetologen J. Struthers.[47] Außerdem liegen Mitteilungen von W. H. Flower,[48] Yves Delage[49] und L. Camerano[50] über das Hüftbein dieses Mystacoceten vor.[51]

Die Hüftbeinrudimente des Finwals unterliegen beträchtlichen Formschwankungen, wie aus den nebenstehenden Skizzen ersichtlich ist.

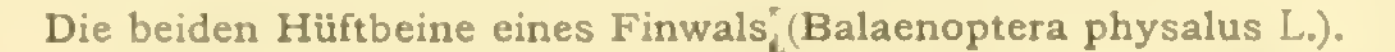
Bei allen Hüftbeinen ist ein vorderer längerer und ein kürzerer hinterer Abschnitt zu unterscheiden. An der Trennungsstelle beider Abschnitte springt ein meist kurzer, stumpfer Fortsatz nach außen vor.

Ausnahmslos ist die Innenfläche des Hüftbeins konkav, die Außenfläche konvex.

Der vordere längere Abschnitt ist bei den verschiedenen Individuen sehr verschiedenartig gebaut. In der Regel ist er spatelartig verbreitert und trägt auf seiner Außenseite eine mehr oder weniger stumpfe Kante, die in der Längsrichtung des vorderen Abschnittes verläuft.

Die Hüftbeinrudimente des Finwals sind nicht nur großen individuellen Schwankungen unterworfen, sondern auch in den beiden Körperhälften mitunter verschieden geformt. Ein Vergleich der in den Text-

figuren 8 bis 19 abgebildeten Hüftbeine des Finwals zeigt diese Formverschiedenheiten deutlicher als eine längere Beschreibung. Besonders stark variiert der hintere Abschnitt des Hüftbeins in seiner relativen Länge und Stärke im Vergleiche mit dem vorderen Abschnitt. Auch der stumpfe äußere Fortsatz schwankt beträchtlich in seiner Größe, Stärke und Form.



Die beiden Hüftbeine eines Finwals (Balaenoptera physalus L.).

Fig. 9 *a*. Fig. 9 *b*. Fig. 10 *b*. Fig. 10 *a*.

Fig. 9: Linkes Hüftbein. *a* von oben, *b* von außen.

Fig. 10: Rechtes Hüftbein. *a* von oben, *b* von außen.

Original: Im k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien. — Herkunft: Wahrscheinlich aus der Nordsee. — Geschlecht: Unbekannt. — Körperlänge: Ungefähr 15 *m*. — Länge der Hüftbeine: Rechtes 35·5, linkes 39·5 *cm*. — Verkleinerung: $^1/_3$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *Ac* = Acetabulum.

Die Verschiedenheiten der Hüftbeine beider Körperhälften sind bei dem Wiener Exemplar (Fig. 9—10) besonders stark. Das rechte ist 35·5, das linke 39·5 *cm* lang; das rechte ist im Ganzen viel gedrungener und kräftiger als das linke. Besonders deutlich wird dieser Unterschied in dem vorderen verbreiterten Abschnitte des Hüftbeins, dessen größte Breite rechts 6·5, links aber nur 5 *cm* beträgt. Ebenso ist auch der Gesamtumriß der beiden Knochen ziemlich verschieden.

Greifen wir die gemeinsamen Merkmale beider Hüftbeine heraus, so sehen wir folgendes.

Der lange vordere Fortsatz ist stark gekrümmt; die Innenseite verläuft als gleichmäßig gekrümmte konkave Fläche vom Vorder- bis zum Hinterende. Der vordere Abschnitt ist stark komprimiert; bei natürlicher Körperlage haben wir infolgedessen eine dorsale mediane und eine ventrale laterale Kante zu unterscheiden. Auf der Außenseite verläuft eine stumpfe Kante, welche einen ventralen, tief ausgehöhlten

Rechtes (Fig. 11) **und linkes** (Fig. 12) **Hüftbein von Balaenoptera physalus** L. **(Finwal).**

(Von unten gesehen.)

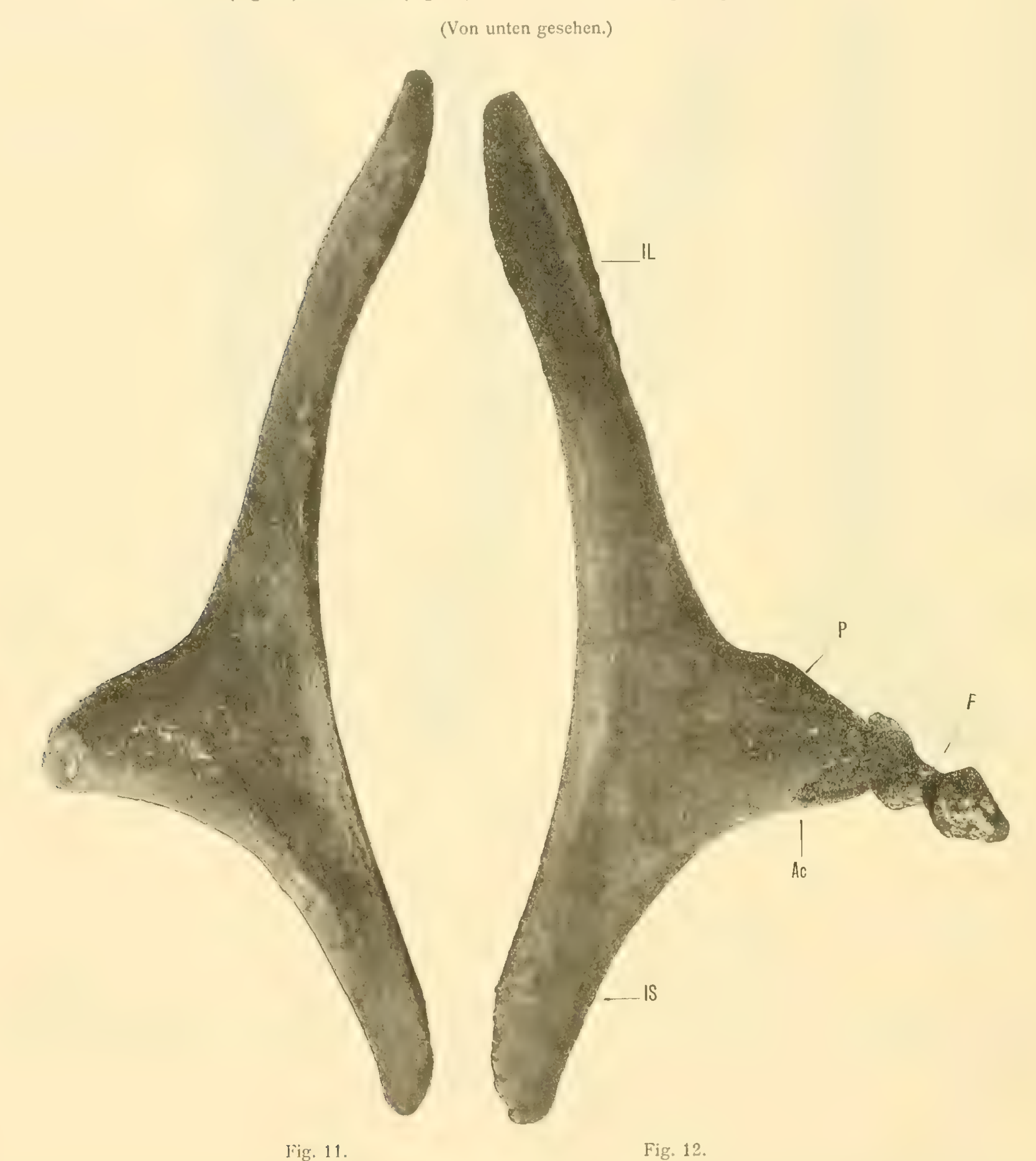


Fig. 11. Fig. 12.

Herkunft: Sörö (Finmarken). — Original: Im Museum von Bergen. — Länge des Tieres: Unbekannt. — Originalabbildung: Photographie von Dr. James A. Grieg in Bergen. — Länge der Hüftbeine: Rechtes 46·8 *cm*, linkes 46 *cm*. — Verkleinerung: 1/3 der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *Ac* = Acetabularknorpel. *F* = Femurrudiment.

Abschnitt von einem dorsalen, sehr schwach gewölbten scheidet. Diese Kante geht allmählich in den Ventral- und Außenrand des Hüftbeins über.

Am Ende dieser Kante liegt in dem Winkel zwischen dem langen Vorderabschnitt und dem stumpfen Seitenfortsatz eine kleine rauhe Grube, welche auf dem rechten Hüftbein tief und scharf abgegrenzt, auf dem linken seichter ist und zwar gegen außen, vorne und innen scharf begrenzt erscheint, gegen hinten aber allmählich in die Innenfläche des Hüftbeins übergeht. Die Grube auf dem rechten Hüftbein bildet ein langgestrecktes Oval von 3 *cm* Länge und 0·75 *cm* Breite; die Tiefe der Grube beträgt ungefähr 0·5 *cm*. Die Längsachse des Ovals liegt in der Längsrichtung des Beckens.

Der stumpfe Außenfortsatz ist auf der Oberseite stumpf gekielt, auf der Unterseite flach. Er ist stumpf abgestutzt und am Ende abgerundet.

Der hintere Abschnitt des Hüftbeins endet bei dem Wiener Exemplar ähnlich wie der stumpfe Außenfortsatz, ist aber bedeutend schwächer.

Die Knochenstruktur ist in den einzelnen Abschnitten des Hüftbeins sehr verschieden. Im mittleren Abschnitte ist der Knochen am dichtesten und sehr fest; am vorderen Ende ist das Knochengewebe lockerer.

An der Unterseite des stumpfen Außenfortsatzes zeigt der Knochen eine weitmaschige, sehr lockere, spongiöse Struktur mit größeren unregelmäßigen Hohlräumen; die Oberseite besitzt dagegen ein bedeutend festeres Gefüge. Gegen das hintere Ende des Hüftbeins nimmt der Knochen wieder an Festigkeit und Dichte zu, ohne aber die Struktur des mittleren Hüftbeinabschnittes zu erreichen.

Lage des Femurrudiments und dessen Beziehungen zum rudimentären Acetabulum.

An der Unterseite und zum Teil an der Außenseite des Hüftbeinrudimentes liegt ein unregelmäßig gestalteter, meist eiförmiger Knorpel- oder Knochenkörper, welcher von Flower,[52] Struthers[53] und Yves Delage[54] mit Recht als der letzte Rest des Oberschenkelknochens beschrieben wurde.

Vollständig verknöchert ist das Femurrudiment in keinem der bisher untersuchten Fälle; den höchsten Grad der Verknöcherung erreicht das von Struthers untersuchte Rudiment (Fig. 17), welches nur in seinem vorderen Viertel knorpelig ist.

Das von Yves Delage untersuchte Femurrudiment (Fig. 14 bis 16) zeigt ein Ossifikationszentrum.

Vollständig knorpelig waren das von Flower (Fig. 18) und das zweite von Struthers[55] beschriebene Femurrudiment (Fig. 19).

Der Ossifikationsgrad des Rudimentes ist vom Alter des Tieres unabhängig; bei einem 64 Fuß langen Finwal (Fig. 17) war das Femurrudiment zu drei Vierteilen ossifiziert, während es bei einem 67 Fuß langen Finwal — beide waren Männchen — ganz aus Knorpel bestand (Fig. 18).

Ein bemerkenswertes Verhalten zeigen die Femurrudimente eines Finwals von Sörö (Finmarken), welcher im Museum in Bergen aufbewahrt wird; das rechte Femur war durchaus knorpelig und ist nicht erhalten, das linke dagegen ist ossifiziert. Die Form dieses Rudimentes ist, wie ich aus einer mir von Herrn Dr. James A. Grieg freundlichst zugesandten Photographie entnehme, sanduhrartig; die Länge des Rudimentes beträgt 7·9 *cm*, die Breite 4 *cm*.

Das Femurrudiment liegt nicht immer an der gleichen Stelle des Hüftbeins, sondern verhält sich in dieser Hinsicht bei den bisher untersuchten Exemplaren sehr verschieden.

An dem von Flower beschriebenen Hüftbein ist es sehr weit nach vorne verschoben (Fig. 18), liegt etwas weiter zurück bei dem von Struthers im Jahre 1871 beschriebenen Hüftbein (Fig. 17); noch weiter nach hinten gerückt und vom Hüftbein vollständig getrennt ist es bei dem von Yves Delage beschriebenen Exemplar (Fig. 14 bis 16), noch weiter nach hinten verschoben bei dem zweiten von Struthers untersuchten Hüftbein (Fig. 19) und unmittelbar auf dem Ende des stumpfen Hüftbeinfortsatzes bei dem Finwal im Museum von Bergen (Fig. 12).[56]

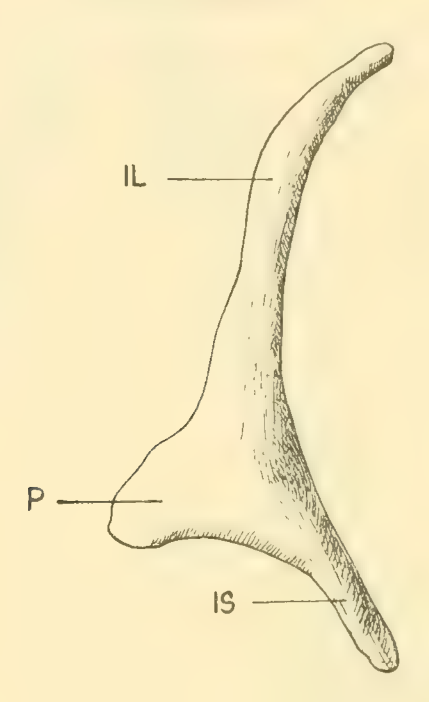
Es entsteht nun die Frage, ob das Femurrudiment überhaupt in einem der aufgezählten Fälle mit dem rudimentären Acetabulum in Verbindung tritt und an welcher Stelle des Hüftbeins das Acetabulum zu suchen ist.

Nach den Untersuchungen von J. Struthers[57] ist an dem Hüftbein eines 50 Fuß langen Finwals der stumpfe Außenfortsatz mit einer Knorpelhaube überzogen, die dem Acetabularknorpel entspricht.

Fig. 13.

Linkes Hüftbein eines Finwalweibchens (Balaenoptera physalus L.).

(Von oben gesehen.)



Original: Im Museum der Universität Turin. — Herkunft: Gestrandet am 14. September 1896 am Cap Vado bei Savona (Golf von Genua). — Körperlänge: »*Individuo adulto*« (L. Camerano). — Beschrieben und abgebildet: L. Camerano: Atti R. Accad. Sci. Torino, Vol. XXXII, Torino 1897, p. 318, Tav. I, Fig. 5. — Länge des Hüftbeins (»secondo la curvatura«) : 50 *cm*. — Verkleinerung: Ungefähr $^1/_5$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL — Ilium. *P* — Pubis. *IS* = Ischium.

Unter dem Acetabularknorpel ist der Knochen zu einer scharf abgegrenzten, aber seichten Grube ausgehöhlt.

Das Femurrudiment liegt aber nicht auf diesem Knorpel, sondern in dem zwischen dem Außenfortsatz und dem Vorderteil des Hüftbeins einspringenden Winkel auf der Unterseite des Hüftbeins.

Ist nun diese mit Knorpel überzogene Grube wirklich das Acetabulum oder ist das Acetabulum unter dem Femurrudiment zu suchen?

Die sorgfältigen Untersuchungen von Struthers lassen kaum einen Zweifel darüber zu, daß die Grube auf dem stumpfen Außenfortsatz früher zur Aufnahme des Femurrudimentes gedient hat. Bei dem Finwal von Sörö (Finmarken) im Museum von Bergen liegt noch das Femurrudiment in der Tat an dem Ende des Außenfortsatzes des Hüftbeins und tritt mit dem an derselben Stelle liegenden Acetabularknorpel in Verbindung. (Fig. 12.)

Diese Lage des Acetabulums auf dem stumpfen Außenfortsatze ist aber nicht die ursprüngliche, wie wir sehen werden; das Acetabulum liegt ursprünglich an einer anderen Stelle des Hüftbeins und ist bei den zwei vorstehend beschriebenen Hüftbeinpaaren verschoben. Um aber diese eigentümliche Verschiebung näher verstehen zu können, ist es notwendig, uns der Frage nach der Morphologie der Hüftbeine des Finwals zuzuwenden.

Die Morphologie der Beckenelemente des Finwals.

Legt man einen Hüftknochen des Finwals neben einen der oligocänen Sirene des Mainzer Beckens (*Halitherium Schinzi* Kaup), so fällt die vollständige Übereinstimmung der Form beider Hüftbeine sofort in die Augen.

Wir haben an beiden Hüftbeinen einen längeren vorderen Abschnitt, einen kürzeren hinteren Abschnitt und einen stumpfen Außenfortsatz zu unterscheiden.

Wir konnten mit voller Sicherheit feststellen, daß der vordere Abschnitt des Halitheriumhüftbeins dem Ilium, der Außenfortsatz dem Pubis und der kürzere hintere Abschnitt dem Ischium des normalen Säugetierbeckens entspricht.

Daß die Übereinstimmung der Gesammtform der Hüftbeine von *Halitherium Schinzi*, Kaup und *Balaenoptera physalus* L. keine Konvergenzerscheinung darstellt, sondern in der absoluten Homologie der einzelnen Beckenelemente begründet ist, kann keinem Zweifel unterliegen.

Diese Übereinstimmung geht so weit, daß nicht nur die Proportionen der drei Beckenelemente: Ilium, Pubis und Ischium die gleichen sind, sondern daß auch in beiden Fällen die Crista lateralis des Iliums sich genau in demselben Reduktionsgrade befindet.

Eine besonders große Ähnlichkeit besteht zwischen den Hüftbeinen des Finwals im naturhistorischen Hofmuseum in Wien und den von Kaup[58] und Lepsius[59] abgebildeten Hüftbeinen von *Halitherium Schinzi*. In beiden Fällen ist der Dorsalrand des Iliums stark konvex, der Ventralrand schwach konkav; eine Verschiedenheit besteht nur in der Lage des Acetabulums.

Bei *Halitherium Schinzi* liegt die rudimentäre Gelenkpfanne auf der Außenseite des Hüftbeins, hat also die für das Becken der Säugetiere normale Lage beibehalten. Stellen wir das Hüftbein des Wiener Finwals so, daß das Iliumende nach oben, das Ischiumende nach unten und das Schambeinrudiment nach vorne gerichtet ist, so entspricht dem Acetabulum des Hüftbeins von *Halitherium Schinzi* an der gleichen Stelle keine Grube beim Hüftbein des Finwals. Das Acetabulum muß also, wenn es beim Finwal überhaupt noch vorhanden ist, eine andere Lage als bei *Halitherium* einnehmen.

An den Hüftbeinen des Wiener Finwals befindet sich nun in derselben Höhe wie die Gelenkpfanne von *Halitherium* eine tiefe Grube an dem einspringenden Winkel zwischen Pubis und Ilium. Diese Grube ist rechterseits viel schärfer umgrenzt und tiefer als linkerseits.

Nach den Untersuchungen von J. Struthers ist jedoch das stumpfe Ende des Pubisrudimentes mit einer Knorpelhaube überzogen (vgl. Anmerkung 57), welche dem Acetabularknorpel entspricht. Das Femurrudiment tritt aber bei dem von Struthers beschriebenen Hüftbein nicht mit diesem Knorpel in Verbindung, sondern liegt in dem Winkel zwischen Pubis und Ilium. (Fig 19).

Dagegen tritt an den Hüftbeinen des Bergener Finwals (Fig. 12) das Femurrudiment in Berührung mit dem stumpfen Schambeinende, welches ganz ebenso wie an dem in Fig. 19 abgebildeten Hüftbein mit einer halbmondförmigen Knorpelhaube überzogen ist. Dieselbe Lagerung des Femurrudimentes hat Dr. J. A. Grieg auch bei Embryonen beobachtet.

Wir werden somit der Meinung von J. Struthers beipflichten und die Knorpelhaube über dem Schambeinende als Acetabularknorpel deuten müssen.

Daß Verschiebungen des Acetabulums auf rudimentären Hüftbeinen vorkommen, beweist die Lage der rudimentären Gelenkpfanne auf dem Hüftbein von *Manatus* (Fig. 7). Während in einem normalen

Fig. 14 bis 19.

Das linke Hüftbein von vier Männchen des Finwals (Balaenoptera physalus L.).

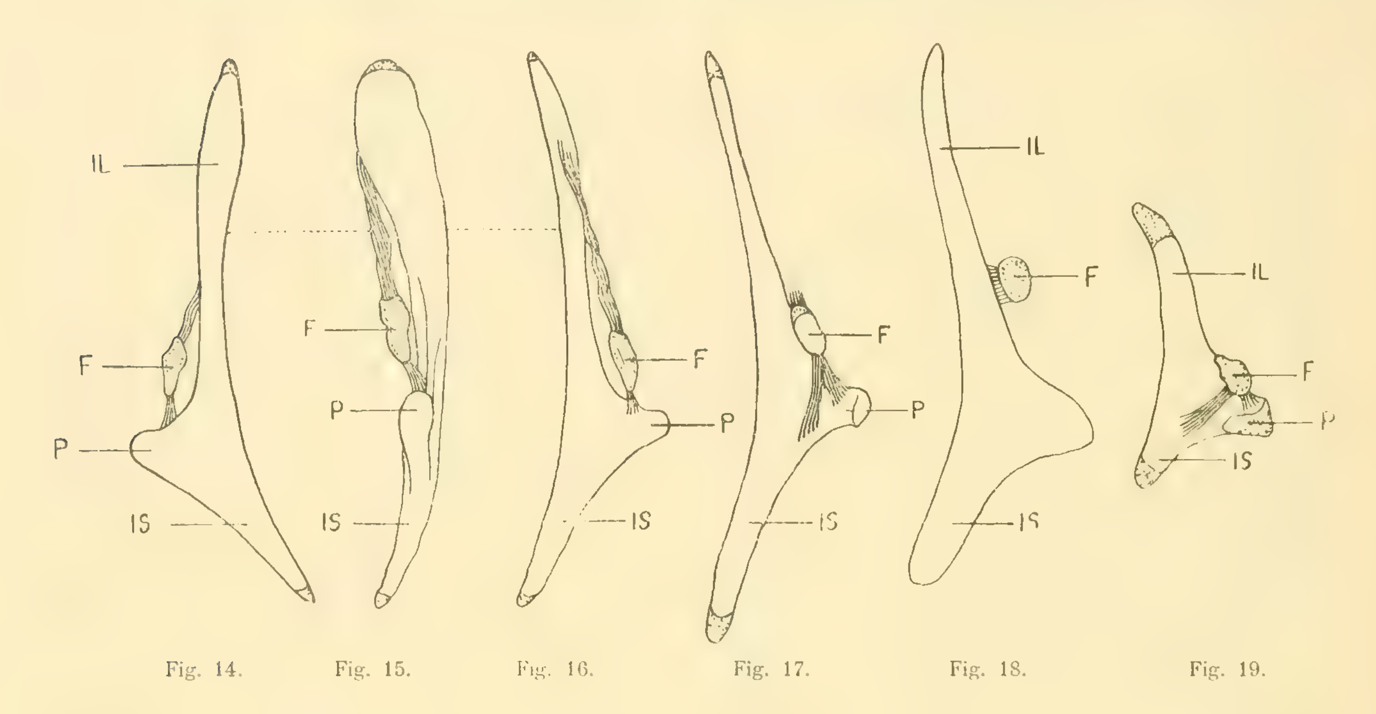


Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 14 bis 16. Herkunft: Gestrandet am 14. Jänner 1885 bei Langrune-sur-Mer. — Körperlänge: 18·80 *m*. — Beschrieben und abgebildet: Yves Delage, Arch. Zool. experim. et générale, 2e sér, T. III bis, Paris 1885, p. 62, Pl. XVIII, Fig. 3—5. Länge des Hüftbeins: 48 *cm*. — Verkleinerung: Ungefähr 1/7 der natürl. Gr.
(Fig. 14 zeigt das Hüftbein von oben, Fig 15 von außen, Fig. 16 von unten.)

Fig. 17. Herkunft: Gestrandet am 27. Juni 1871 in der Peterhead Bai bei Aberdeen. — Körperlänge: 68 Fuß (measured along the back), 64 Fuß (measured along the side). »Passing from the adolescent to the adult state« (J. Struthers). — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of. Anat. and Physiol., VI, London 1871, p. 107—125, Pl. VII, Fig. 3. — Länge des Hüftbeins: 23 Inches (verknöcherter Abschnitt: 20 Inches). — Verkleinerung: Ungefähr 1/7 der natürl. Gr.
(Von unten gesehen.)

Fig. 18. Original: Im Museum von Cambridge (vergl. Ostéographie des Cétacés, p. 187). — Herkunft: Gestrandet am 13. November 1865 in der Pevensey Bay (Sussex). — Körperlänge: 67 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: W. H. Flower, P. Z. S. 1865, p. 704. — Länge des Hüftbeins: 16 Inches. — Verkleinerung: Ungefähr 1/6 der natürl. Gr.
(Von unten gesehen.)

Fig. 19. Original: Im Museum von Aberdeen. — Herkunft: Gestrandet am 18. Dezember 1884 bei Nairn (Schottland). — Körperlänge: 50 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, London 1893, p. 291, Pl. XX, Fig. 8. — Länge des Hüftbeins: 10 1/8 Inches. — Verkleinerung: Ungefähr 1/7 der natürl. Gr.
(Von unten gesehen.)

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *F* = Femur. — Die knorpeligen Partien sind punktiert.

Hüftbein das Acetabulum vom Ilium, Os acetabuli und Ischium gebildet wird, das Pubis aber meistens an der Zusammensetzung des Acetabulums nicht beteiligt ist, liegt das rudimentäre kleine Acetabulum bei *Manatus latirostris* Harl. ausschließlich auf dem Ischium und variiert außerordentlich in seiner Form, Lage und Größe.[60] Wir müssen dies festhalten, da dies für den Vergleich mit dem Hüftbein des Finwals von Wichtigkeit ist.

Ebenso ist vollkommen deutlich zu sehen, daß das Acetabularrudiment beim Dugong dem distalen Iliumende zwar sehr nahe liegt, daß aber das Ilium von der Bildung des Acetabulums vollkommen ausgeschlossen ist.[61]

Wir haben also bereits zwei Fälle kennen gelernt, in welchen das Acetabulum seine ursprüngliche Lage geändert hat und wir dürfen daher die gleiche Annahme auch für das Hüftbein des Finwals machen wo sich die rudimentäre Gelenkpfanne in einigen Fällen auf dem stumpfen Ende des Schambeinrudimentes befindet.

Diese Lage ist ohne Zweifel sekundär. Ursprünglich muß das Acetabulum beim Finwal dieselbe Lage eingenommen haben wie bei *Halitherium.*

Kehren wir zur Besprechung der Hüftbeine des Finwals im Wiener Museum zurück. Wir sehen hier, daß sich oberhalb und innerhalb der Stelle, wo der Acetabularknorpel des Struthers'schen Exemplares liegt, eine Grube befindet, welche die gleiche Stelle wie das Femurrudiment des in Fig. 19 abgebildeten Finwalhüftbeins einnimmt.

Es ist kaum eine andere Deutung möglich, als daß diese Grube dem Acetabulum entspricht, und zwar ist die Lage dieser Grube im Vergleiche zu der Lage des Acetabularknorpels an der Spitze des Pubisrudimentes zweifellos primitiver.

Die verschiedene Lage der rudimentären Gelenkpfannen ist ebenso wie die sehr verschiedene Lage der Femurrudimente (Fig. 12, 14 bis 19) auf den hohen Grad der Verkümmerung der Hinterextremität zurückzuführen. Auch das rudimentäre Acetabulum des Dugong liegt nicht mehr an der Außenseite, sondern an der Vorderseite des verkümmerten Beckenknochens.

Wir werden später bei Besprechung der Hüftbeinrudimente des Pottwals sehen, daß sich die rudimentäre Gelenkpfanne auch bei diesem Wal in ihrer Form, Größe und Lage außerordentlich verschieden verhält.

Wir haben somit in dem rudimentären Hüftbein des Finwals folgende Beckenelemente zu unterscheiden:

1. Ilium. Die Medialseite ist konkav, die Lateralseite konvex. Der Dorsalrand ist konvex, der Ventralrand konkav. Auf der Lateralseite ist die Crista lateralis bis in die Gegend des rudimentären Acetabulums zu verfolgen.

2. Pubis. Das Pubis ist zu einem stumpfen, kurzen Fortsatze reduziert und trägt das rudimentäre Acetabulum.

3. Ischium. Das Ischium ist außerordentlich verkürzt und endet distal in einen schlanken, stumpf abschließenden Fortsatz, der in der Regel länger ist als das Pubisrudiment, mitunter aber die gleiche Länge erreicht.

Körperlage der Beckenrudimente des Finwals.

Während bei den Sirenen die Beckenrudimente noch mit einem Sakralwirbel in Verbindung stehen,[62] ist dies bei *Balaenoptera physalus* nicht mehr der Fall.

Die Hüftbeine des Finwals sind vollständig von der Wirbelsäule losgelöst und haben eine von der ursprünglichen Stellung sehr verschiedene Lage angenommen.

Nach den eingehenden Darlegungen von J. Struthers[63] liegen die Hüftbeinrudimente nahezu horizontal im Körper und zwar derart, daß das proximale Iliumende nach vorne, das distale Ischiumende nach hinten und das Schambeinrudiment nach außen gewendet ist.

Die Achsen beider Hüftbeine laufen jedoch nicht parallel, sondern konvergieren nach vorne (Fig. 8), so daß die Distalenden der Ischia weiter voneinander entfernt sind als die Proximalenden der Ilia, deren Abstand bei dem von Struthers untersuchten Exemplar etwas kleiner war als die Gesamtlänge eines Hüftknochens.[64]

Bei dieser Stellung ist das Pubisrudiment nach außen und ein wenig nach oben gerichtet; das Femurrudiment liegt stets auf der Unterseite des Hüftbeins und zum Teile auch auf der Außenseite.

Das Hüftbein des Finwals nimmt also gegenüber dem Hüftbein eines terrestrischen Raubtieres eine durchaus verschiedene Lage ein.

Diese Stellung des Hüftbeins beim Finwal ist ohne Zweifel durch die Senkung des proximalen Iliumendes zustande gekommen.

Denken wir uns das Hüftbein des Finwals (Fig. 34) am vorderen Ende gehoben, während das hintere Ende an seiner Stelle verbleibt, und denken wir uns das Hüftbein solange gehoben, bis es die gleiche Stellung wie bei *Halicore*[65] einnimmt, so trifft das vordere Iliumende genau auf den Querfortsatz eines Lendenwirbels. Aus der Abbildung, welche Yves Delage[66] von der Lage des Hüftbeins und dessen Abstand von der Wirbelsäule entwarf, geht klar hervor, daß das hintere Ende des Ischiums seine ursprüngliche Körperlage nahezu beibehalten hat, während sich das Vorderende des Iliums solange senkte, bis die horizontale Körperlage erreicht war.

II. Balaena mysticetus L.

(Grönlandswal.)

Vergleich der Hüftbeine des Finwals und Grönlandswals.

Legt man, ohne Rücksicht auf die Lage der Hüftbeine im Körper zu nehmen, das linke Hüftbein eines Finwals neben das linke Hüftbein eines Grönlandswals, so wird man nicht lange darüber im Zweifel sein können, daß es sich in beiden Knochen um durchaus homologe Bildungen handelt.

Zunächst haben wir an beiden Hüftbeinen einen längeren und einen kürzeren Abschnitt zu unterscheiden.

Der kürzere Abschnitt verläuft nicht in derselben Richtung wie der längere, sondern bildet mit ihm einen mehr oder weniger stumpfen Winkel, dessen Betrag beim Grönlandswal beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist.

Von der Abzweigungsstelle des kürzeren Abschnittes nimmt an den Hüftbeinen beider Wale ein kurzer stumpfer Fortsatz seinen Ursprung, welcher eine in ihrer Lage variable Knorpelhaube trägt. Beim Grönlandswal tritt ausnahmslos der Kopf des Oberschenkels mit dieser knorpeligen Partie des stumpfen Fortsatzes nicht mehr in Verbindung.

Der längere Hüftbeinabschnitt ist in beiden Fällen spatelartig verbreitert. Die Krümmung des Abschnittes, der bogenförmige Verlauf der Kanten und die allerdings in ihrer Stärke schwankende Kante auf der gewölbten Fläche des längeren Hüftbeinabschnittes stimmt in beiden Fällen überein.

Wir haben gezeigt, daß an dem Hüftbein des Finwals der längere Abschnitt dem Ilium, der kürzere dem Ischium und der stumpfe Seitenfortsatz dem Pubis entspricht. Die überknorpelte Grube auf dem Pubisrudiment, welche bald an dessen Spitze, bald in dem Winkel zwischen Pubis und Ilium auf der Kante des Hüftbeins liegt, ist als das rudimentäre Acetabulum anzusehen.

Nachdem nun beide Hüftbeine, das des Finwals und das des Grönlandswals, in ihrer Gesamtform übereinstimmen, so müssen auch die einzelnen Hüftbeinabschnitte des Grönlandswals in derselben Weise wie beim Finwal mit den entsprechenden Abschnitten des Halitheriumbeckens homolog sein.

Wir haben somit im Hüftbein des Grönlandswals Ilium, Pubis, Ischium und das rudimentäre Acetabulum zu unterscheiden. Unter diesen drei Beckenelementen ist das Pubis am stärksten reduziert, während

Fig. 20 bis 24.

Das linke Hüftbein von fünf Männchen des Grönlandswals (Balaena mysticetus L.).

Von unten gesehen.

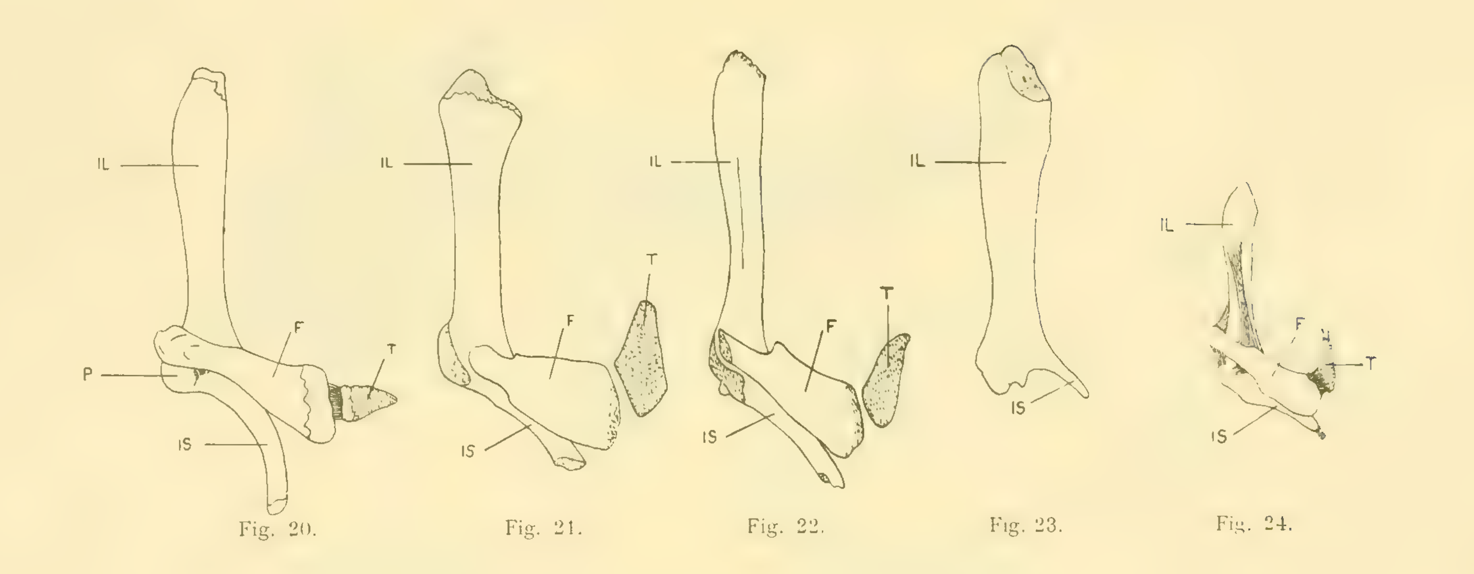


Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24.

Fig. 20. Herkunft: Gefangen im Winter 1859—1860 bei Holsteinsborg in Westgrönland (Davisstraße). — Körperlänge: $44\frac{1}{2}$ Fuß (dänisch). — Beschrieben und abgebildet: D. F. Eschricht und J. Reinhardt, On the Greenland Right-Whale *(Balaena mysticetus)*, in »Recent Mem. on the Cetacea«, Ray Society, London 1866, p. 133 bis 137, Pl. II, Fig. 4 (auf der Tafel irrtümlich Fig. 3), 1 (nur das Hüftbein; das in Fig. 1 abgebildete Skelett, das sich jetzt in Brüssel befindet, besitzt zwei anders gestaltete Hüftbeine und die Tibiarudimente fehlen). — Länge des Hüftbeins: $19\frac{1}{4}$ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr $\frac{1}{8}$ der natürl. Gr.

Fig. 21. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: »Of good size, but not of largest size« (J. Struthers). — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers: Journal of Anat. and Physiol., XV, London 1881, p. 141—176, Pl. XIV, Fig. 10. — Länge des Hüftbeins: $19\frac{6}{8}$ Inches. — Verkleinerung: ungefähr $\frac{1}{8}$ der natürl. Gr.

Fig. 22. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 48 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XIV, Fig. 8. — Länge des Hüftbeins: 20 Inches. — Verkleinerung: Ungefähr $\frac{1}{8}$ der natürl. Gr.

Fig. 23. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: »Large« (J. Struthers). — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XIV, Fig. 7. — Von diesem Exemplar ist nur das rechte Hüftbein bekannt; Fig. 24 ist eine spiegelbildliche Kopie der Struthers'schen Abbildung, um den Vergleich zu erleichtern. — Länge des (rechten) Hüftbeins: $16\frac{1}{2}$ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr $\frac{1}{8}$ der natürl. Gr.

Fig. 24. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 35 Fuß (halberwachsenes Tier). — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XV, Fig. 11. — Länge des Hüftbeins: $8\frac{1}{4}$ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr $\frac{1}{7}$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *F* = Femur. *T* = Tibia (knorpelig, in den Figuren punktiert).

Fig. 25 bis 30.

Das linke Hüftbein von sechs Weibchen des Grönlandswals (Balaena mysticetus L.).

Von unten gesehen.

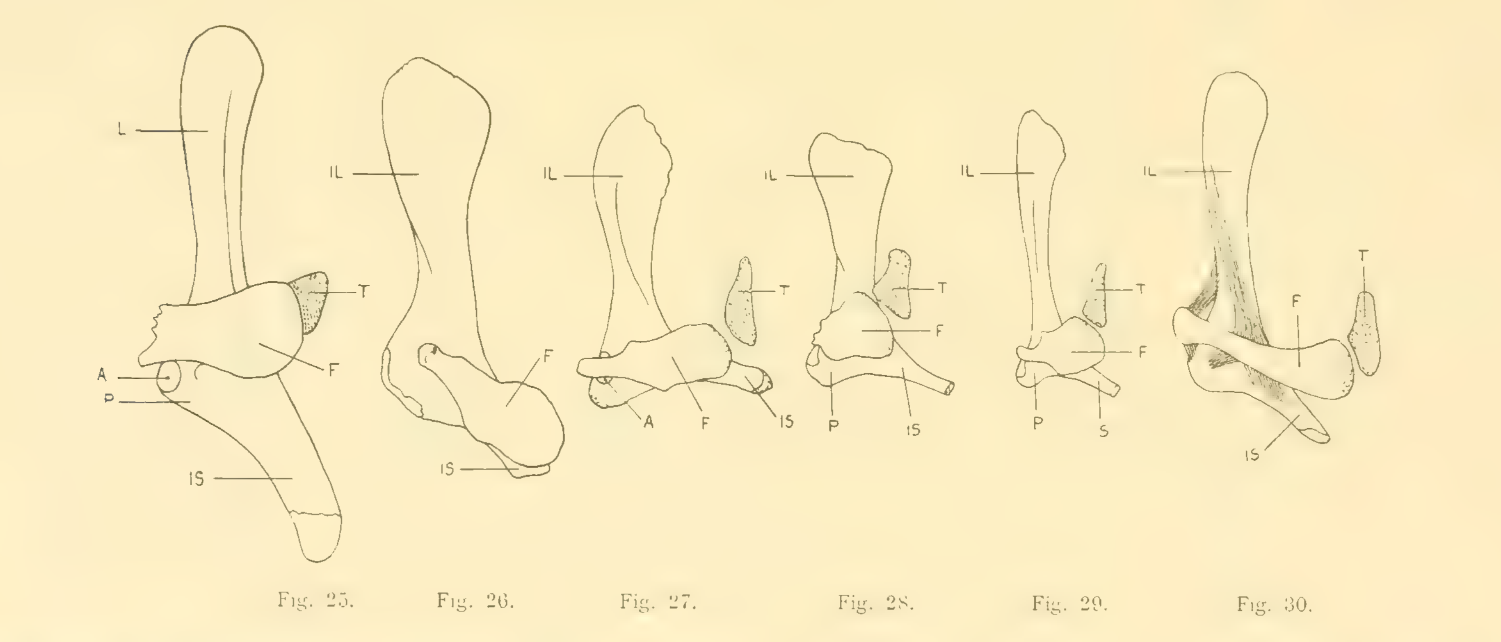


Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30.

Fig. 25. Original. Im Museum der Universität Löwen. — Herkunft: Holsteinsborg, Westgrönland (Davisstraße). — Körperlänge: 15·28 *m* (P. J. Van Beneden, Ostéographie des Cétacés etc., p. 57). — Beschrieben und abgebildet: P. J. Van Beneden, De la Composition du Bassin des Cétacés. — Bull. Acad. Belg., 37. année, 2e sér., T. XXV, 1868, p. 428—433, pl. I, Fig. 3 (rechtes Hüftbein, behufs Vergleich mit den übrigen in Fig. 25 als linkes gezeichnet). — Verkleinerung: Ungefähr ⅓ der natürl. Gr.

Fig. 26. Original. Im Museum des Royal College of Surgeons in London. — Herkunft: Holsteinsborg, Westgrönland (Davisstraße). — Körperlänge: 46 Fuß = 14·18 *m* (nach W. H. Flower), 14·63 *m* nach P. J. Van Beneden (Ostéographie, p. 57). — Beschrieben und abgebildet: W. H. Flower, Appendix zu der Abhandlung von D. F. Eschricht und J. Reinhardt: On the Greenland Right Whale (*Balaena mysticetus*) in: Recent Memoirs on the Cetacea, Ray Society, 1866, p. 150, Textfigur. — Länge des Hüftbeins: 14 Inches. — Verkleinerung: Ungefähr ¼ der naturl. Gr.

Fig. 27. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 58 bis 60 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journal of Anat. and Physiol., XV, London 1881, p. 141—176, Pl. XIV, Fig. 1. — Länge des Hüftbeins: 15½ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr ⅐ der naturl. Gr.

Fig. 28. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 44 bis 45 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XIV, Fig. 3. — Länge des Hüftbeins: 13½ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr ⅐ der naturl. Gr.

Fig. 29. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: Ungefähr 62 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XIV, Fig. 5. — Länge des Hüftbeins: 11½ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr ⅐ der naturl. Gr.

Fig. 30. Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 48 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, l. c., Pl. XVII, Fig. 16. — Länge des Hüftbeins: 17½ Inches. — Verkleinerung: Ungefähr ⅐ der naturl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen.

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *A* = Acetabularregion. *F* = Femur (knöchern). *T* = Tibia (knorpelig; in den Figuren punktiert).

das Ischium in geringerem Grade verkümmert ist und das Ilium seine ursprüngliche Form am reinsten bewahrt hat.

Morphologie der Hüftbeine des Grönlandswals.

1. Allgemeine Form.

Das Ilium ist der längste der drei Beckenknochen und hat, ebenso wie dies bei den Halicoriden der Fall ist, seine ursprüngliche Form nur wenig verändert. Im proximalen Abschnitte ist das Ilium verbreitert, im distalen vor der Acetabularregion eingeschnürt. Die Crista lateralis ist noch vorhanden, ist aber nicht sehr kräftig entwickelt.

Linkes (Fig. 31) **und rechtes Hüftbein** (Fig. 32) **mit den Femurrudimenten eines männlichen Grönlandswals** (**Balaena mysticetus** L.).

(Fig. 31 von unten, Fig. 32 von oben gesehen.)

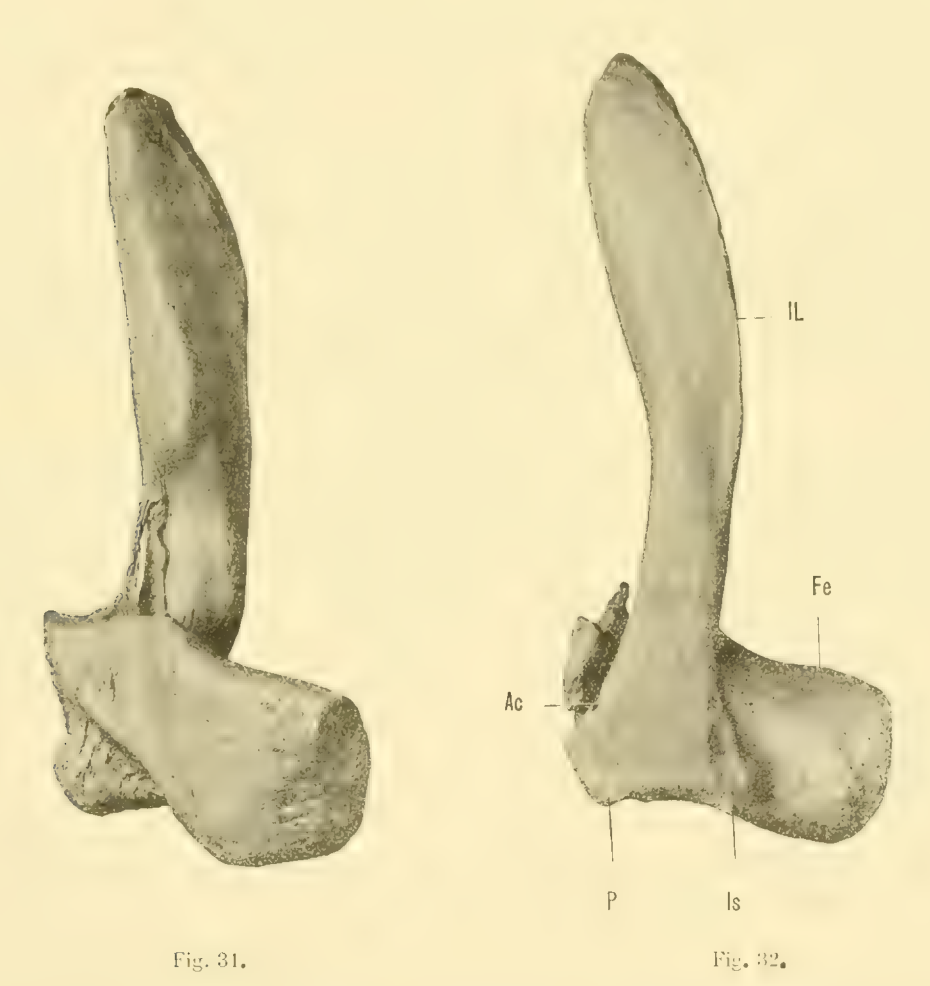


Fig. 31. Fig. 32.

Herkunft: Grönland. — Original: Im Mus. d'Histoire nat. in Brüssel (Nr. 282 des Registers), früher in Kopenhagen. Diese Hüftbeine gehören zu dem von Eschricht und Reinhardt beschriebenen und abgebildeten Skelett (l. c., Ray Society 1866, p. 52 ff., Taf. II, Fig. 1), nicht aber die in dieser Figur dargestellten Hüftbeine. — Körperlänge: $47^1/_2$ Fuß dänisch = 48 Fuß $10^1/_2$ Inches englisch (Eschricht und Reinhardt, l. c., p. 52), 15·23 *m* (P. J. Van Beneden, Ostéographie, p. 57). — Länge der Hüftbeine: Rechtes 37 *cm*, linkes 35 *cm* lang. — Verkleinerung: $^3/_{11}$ der natürl. Größe.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *Ac* = Acetabulum. *Fe* = Femur.

Das Pubis ist kurz, stumpf und variiert außerordentlich in Größe und Form.

Das Acetabulum liegt stets auf dem Pubisrudiment, wechselt jedoch in seiner Lage insofern, als es einmal auf der Spitze des stumpfen Pubisfortsatzes, ein anderesmal in dem Winkel zwischen Pubis und Ilium hart an der Kante des Hüftbeins liegt.

Das Ischium ist in der Regel ein schlanker, gegen das Distalende sich rasch verjüngender Knochen, dessen Stärke ausnahmslos weit hinter der des Iliums zurückbleibt. In zwei Fällen[67] ist das Ischium sehr reduziert; (Fig. 23, 31, 32), bei dem Brüsseler Exemplar ist das Ischium sogar stärker reduziert als das Pubis.

Die Achsen des Ischiums und Iliums schließen einen Winkel miteinander ein, der von 90° bis 150° schwankt.[68]

Da der Kopf des relativ großen Femurrudimentes[69] mit dem Acetabulum nicht mehr in gelenkige Verbindung tritt, so befindet sich das funktionslos gewordene Acetabulum in stark verkümmertem Zustande. Struthers hat jedoch die Grenzen des Acetabularknorpels bei einer großen Zahl von Hüftbeinen[70] feststellen können.

Das rudimentäre Acetabulum ist eiförmig; seine Längsachse verläuft parallel zu der Achse des Iliums, das spitzere Ende ist gegen das Proximalende des Iliums gerichtet. Der Hauptteil des Knorpels liegt auf der Externseite des Pubis; nur ein kleiner Teil zieht sich auch auf die Internseite hinüber.

2. Sexuelle Differenzen.

Nach J. Struthers[71] sind zwischen den Hüftbeinen der Männchen und Weibchen beträchtliche Unterschiede vorhanden. Diese Abweichungen bestehen in Folgendem:

1. Das Hüftbein des Weibchens ist kürzer.

2. Das Hüftbein des Weibchens ist durch eine stärkere Abbiegung des Ischiums ausgezeichnet, so daß der von den Achsen des Iliums und Ischiums gebildete Winkel zwischen 135° und 90° schwankt. Bei einem jungen Männchen beträgt der gleiche Winkel 120°, steigt aber bei erwachsenen Männchen auf 135° und 145°.

Diese beiden von Struthers angeführten Unterschiede sind jedoch nicht beständig. So ist zum Beispiel das Hüftbein des Männchens aus dem Brüsseler Museum[72] bedeutend kürzer als das Hüftbein des Weibchens aus dem Museum in Löwen[73] (vergl. die Textfiguren 25, 31 und 32).

Der vom Pubis und Ischium gebildete Winkel schwankt bei den Weibchen in weiten Grenzen, wie die in Fig. 25 bis 30 abgebildeten Hüftbeine zeigen, so daß auch dieser Unterschied nicht durchgreifend ist.

3. Nach Struthers ist das Ilium der weiblichen Hüftbeine im proximalen Teile breiter als bei den Männchen. (Fig. 25 bis 30).

4. Das Ilium ist bei den Weibchen dünner als bei den Männchen.

5. Die Acetabularregion ist bei den Weibchen breiter als bei den Männchen, da bei den Weibchen das Pubis nicht so stark reduziert ist.

Die drei zuletzt angeführten Unterschiede sind wahrscheinlich auf die verschiedene Funktion der Beckenrudimente in beiden Geschlechtern zurückzuführen.

3. Individuelle Variationen.

Wie alle rudimentären oder im Rückgang begriffenen Organe unterliegen auch die Hüftbeinrudimente des Grönlandswals großen individuellen Schwankungen. Diese Abänderungen betreffen vor allem folgende Merkmale:

a) Die Form des Iliums.

Bei den Hüftbeinen des Brüsseler Exemplars ist der Dorsalrand[74] des Iliums konvex, der Ventralrand konkav. Diese Verhältnisse entsprechen somit am ehesten dem normalen Säugetierbecken. (Fig. 31 und 32).

Bei dem Löwener Exemplar[75] erscheint das Ilium keulenförmig und ist geradegestreckt. (Fig. 25).

Das gleiche ist bei dem Ilium des Kopenhagener Exemplars der Fall[76] (Fig. 20).

Bei dem Hüftbein des 48 Fuß langen Männchens, welches Struthers beschrieb,[77] ist das Ilium S-förmig gebogen (Fig. 22).

Das Ilium eines von Struthers[78] abgebildeten Hüftbeins zeigt einen konkaven Dorsal- und konvexen Ventralrand (Fig. 27).

Ein anderes von Struthers[79] beschriebenes Hüftbein ist durch den konkaven Verlauf des dorsalen und ventralen Iliumrandes ausgezeichnet, wodurch das proximale Iliumende stark verbreitert erscheint (Fig. 28).

Es bestehen sonach beim Grönlandswal sehr bedeutende Schwankungen in der Form des Iliums. (Fig. 20 bis 33).

b) Der Reduktionsgrad des Pubis.

Wie ein Vergleich der Textfiguren 20 bis 33 zeigt, unterliegt auch das Pubisrudiment großen Abänderungen. Im allgemeinen ist das Pubis beim Grönlandswal stärker zurückgebildet als beim Finwal.

c) Der Reduktionsgrad des Ischiums.

Die größte relative Länge erreicht das Ischium bei dem von Van Beneden beschriebenen Löwener Exemplar (Fig. 25), die geringste bei dem Brüsseler Exemplar (Fig. 31 und 32). Zwischen diesen beiden Extremen finden sich alle Übergänge (Fig. 20 bis 24, 26 bis 30).

Das Ischium des Männchens aus dem Brüsseler Museum ist in hohem Grade verkümmert. Es ist besonders dadurch bemerkenswert, daß es einen scharf umgebogenen Fortsatz gegen das Femurrudiment entsendet, so daß dieses mit dem Ischium in Berührung tritt. Es geht aus diesem Verhalten mit Sicherheit hervor, daß die Kürze des Ischiums bei diesem Exemplar nicht dadurch erklärt werden kann, daß ein größerer Abschnitt des Ischiums als sonst knorpelig persistierte.

d) Die Richtung des Ischiums.

Wie schon gelegentlich der Besprechung der sexuellen Differenzen auseinandergesetzt wurde, schließt das Ischium mit dem Ilium einen verschieden großen Winkel ein. Er beträgt bei einem Weibchen[80] 90°, bei einem anderen Weibchen, und zwar bei dem von Van Beneden beschriebenen Löwener Exemplar (Fig. 25) 150°, während Struthers als das Maximum des bei weiblichen Hüftbeinen zu beobachtenden Winkels 135° angab.[81]

Das primitivste Stadium repräsentiert das Ischium des von Eschricht und Reinhardt[82] beschriebenen Männchens (Fig. 20). Hier ist der dorsale Rand stark konvex, der ventrale konkav, so daß die ursprüngliche Krümmung des Ischiums als hintere Begrenzung des Foramen obturatorium noch erhalten ist.

In ähnlicher Weise, aber bei weitem nicht so stark, ist das Ischium zweier von Struthers abgebildeter Hüftbeine gekrümmt (Fig. 21 und 22).

An anderen Hüftbeinen bildet das Ischium einen geradegestreckten Fortsatz (Fig. 30).

Körperlage der Hüftbeine des Grönlandswals.

Schon J. Reinhardt hatte festgestellt, daß die Beckenrudimente von *Balaena mysticetus* L. fast parallel zur Wirbelsäule frei im Körper liegen und mit der Wirbelsäule nicht mehr in Verbindung stehen. Durch die sorgfältigen Untersuchungen von J. Struthers sind wir über die Körperlage dieser Rudimente genauer unterrichtet worden.

Aus dieser Beschreibung,[83] namentlich aber aus den Abbildungen geht hervor, daß die Hüftbeinrudimente und die Reste der Hinterextremität folgende Körperlage einnehmen (Fig. 33).

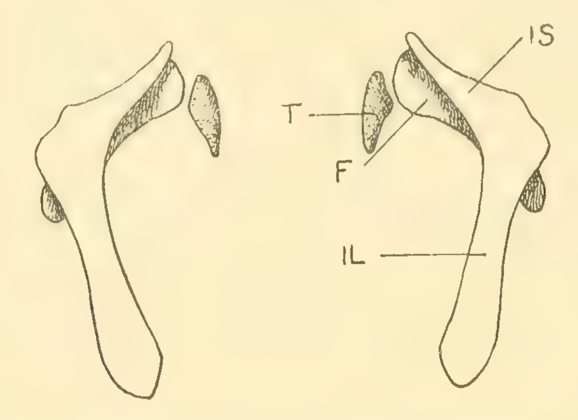
Betrachten wir die beiden Hüftbeine von oben, so sehen wir, daß die proximalen Enden der Darmbeine nach hinten, die distalen Enden der Sitzbeine aber nach vorne gerichtet sind, und zwar konvergieren

sowohl die Darmbeine nach hinten als die Sitzbeine nach vorne, da ja Darmbein und Sitzbein einen Winkel von 90° bis 150° miteinander einschließen. Das stumpfe Pubisrudiment und das Acetabulum sind nach außen gerichtet.

Fig. 33.

Die beiden Hüftbeine eines männlichen Grönlandswals (Balaena mysticetus L.) in natürlicher Lage und Entfernung.

(Von oben gesehen.)



Herkunft: Davisstraße. — Körperlänge: 35 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XV, 1881, p. 141 ff., Pl. XV, Fig. 12. — Länge der Hüftbeine: Beide 8¼ Inches. — Verkleinerung: ⅙ der natürl. Größe.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *IS* = Ischium. *F* = Femur. *T* = Tibia. (Die knorpelige Tibia ist in der Figur punktiert. Die Ischia konvergieren nach vorne, die Ilia nach hinten.)

Das knöcherne Femurrudiment und der knorpelige oder knöcherne Rest der Tibia liegen, wenn wir das Hüftbein von oben betrachten, auf der Unterseite desselben, welche der Externseite eines normalen Hüftbeins entspricht. Der Oberschenkel ist im wesentlichen parallel zu dem Sitzbeinrudiment, aber das distale Femurende ist stärker nach innen gezogen; beide Femurrudimente konvergieren also nach vorne.

Das linke Hüftbein des Finwals (Balaenoptera physalus L.) und des Grönlandswals (Balaena mysticetus L.) in natürlicher Lage unter der Wirbelsäule.

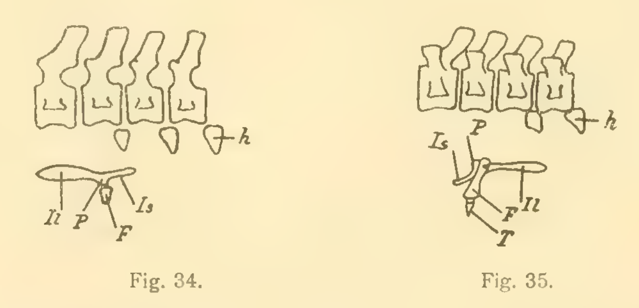


Fig. 34. Fig. 35.

Fig. 34. Linkes Hüftbein des Finwals unter der Wirbelsäule. — (Schematische Zeichnung, kombiniert, z. T. nach Yves Delage, Arch. Zool. Exp. et Gén., 2e sér., Suppl. au Vol. III, Pl. XVIII, Fig. 2).

Fig. 35. Linkes Hüftbein des Grönlandswals unter der Wirbelsäule. — (Schematische Zeichnung, z. T. nach D. F. Eschricht und J. Reinhardt, Om Nordhvalen, l. c., Taf. II, Fig. 1).

Erklärung der Abkürzungen:

h = Haemapophyse. *Il* = Ilium. *P* = Pubis. *Is* = Ischium. *F* = Femur. *T* = Tibia.

Die Tibia ist unter einem Winkel von sehr verschiedener Größe (vergl. Fig. 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30) nach hinten abgebogen, so daß die Achsen der Tibiae mitunter parallel zur medianen Symmetrieebene des Körpers verlaufen und kaum merklich nach hinten konvergieren (Fig. 33).

Die Hüftbeinrudimente des Grönlandswals nehmen also eine Lage ein, welche von jener der Hüftbeinrudimente des Finwals außerordentlich verschieden ist.

Während sich das Beckenrudiment des Finwals derart aus der ursprünglichen Lage in die Horizontalebene gesenkt hat, daß das proximale Iliumende sich nach vorne neigte, bis die horizontale Lage erreicht war, ist das proximale Iliumende des Grönlandswals nach hinten gerichtet, ist also um 180° gegen das des Finwals verschoben.

Eschricht und Reinhardt[84] haben eine genaue Darstellung der Entfernung der Beckenrudimente des Grönlandswals von der Wirbelsäule gegeben. Denken wir uns das Hinterende des Hüftbeins gehoben, während das Vorderende an seiner Stelle verbleibt, so trifft das proximale Iliumende ganz genau auf den Querfortsatz eines Lendenwirbels.

Während sich also beim Finwal das proximale Ende des Iliums nach vorne senkte, bis die horizontale Hüftbeinlage erreicht war, muß sich beim Grönlandswal das proximale Iliumende nach hinten bis in die Horizontallage gesenkt haben.

Ursache der verschiedenen Körperlage der Beckenrudimente des Finwals und Grönlandswals.

Nachdem wir durch die morphologische Analyse der Hüftbeinrudimente von *Balaenoptera physalus* L. und *Balaena mysticetus* L. zu dem Ergebnisse gelangt sind, daß die Hüftbeine beider Arten durchaus homologe Bildungen darstellen und nur dadurch sehr verschieden scheinen, daß sie um 180° gegeneinander verschoben sind, müssen wir an die Frage herantreten, welche Umstände diese eigentümliche Veränderung der Körperlage bewirkt haben können.

Ohne Zweifel haben *Balaena* und *Balaenoptera* dieselben Ahnen[85] und die Hüftbeinrudimente beider Gattungen sind somit auf den gleichen Beckentypus zurückzuführen.

Die Vorfahren der Bartenwale müssen ein Hüftbein besessen haben, welches eine Körperlage wie bei den terrestrischen Carnivoren einnahm und in welchem das Hüftloch geschlossen war. Wir haben uns ein Becken vorzustellen, welches durchaus normal gebaut war und noch mit dem Sacrum in Verbindung stand.

Die erste Stufe der Reduktion betraf ohne Zweifel die Hinterextremität, welche in demselben Maße an Bedeutung verlor, als die Lokomotion mehr und mehr von der Schwanzflosse übernommen wurde.

Die Reduktion der Hinterextremität mußte die Reduktion des Beckens zur Folge haben, welche in derselben Weise vor sich gegangen sein muß wie bei den Sirenen; zuerst verschwand die vordere Begrenzung des Hüftloches und das Pubis verkümmerte. Das Ischium folgte; in dem Maße, als das Femur verkümmerte, vollzog sich auch die Reduktion der Gelenkpfanne.

Wir haben uns also vorzustellen, daß die Hüftbeine von *Balaena* und *Balaenoptera* ganz dasselbe Stadium durchlaufen haben, welches uns in dem Hüftbein der oligocänen Sirene des Mainzer Beckens, *Halitherium Schinzi* Kaup, entgegentritt.

Bei dieser Sirene waren aber die Hüftbeine noch an einem Sacralwirbel aufgehängt, wie aus dem Vorhandensein einer Facies auricularis an der Innenseite des Iliums vollkommen sicher hervorgeht. In diesem Stadium der Reduktion ist die Achse der Hüftbeine von vorne oben außen nach hinten unten innen gerichtet.

Diese Stufe muß sowohl das Hüftbein des Finwals wie das des Grönlandswals unbedingt durchlaufen haben. Eine divergente Entwicklung konnte erst eintreten, nachdem das Hüftbein seine Verbindung mit der Wirbelsäule vollständig gelöst hatte. Dann senkte sich das proximale Iliumende bei den Vorfahren des Finwals nach vorne und unten, bei den Vorfahren des Grönlandswals nach hinten und unten, bis in beiden Fällen die horizontale Lage erreicht war.

Um diesen Vorgang zu verstehen, müssen wir uns der Frage zuwenden, welche Muskeln und Ligamente mit den Hüftbeinen der beiden Wale in Verbindung treten und welche physiologische Rolle den Beckenrudimenten des Finwals und des Grönlandswals zufällt.

Die sorgfältigen Untersuchungen von J. Struthers über die Anatomie der Beckengegend von *Balaena mysticetus* L.[86] und *Balaenoptera physalus* L.[87] haben zu dem Ergebnisse geführt, daß nicht nur die Muskeln dieser Körperregion außerordentlich verschieden ausgebildet sind, sondern daß sie auch in ganz verschiedener Weise mit den knöchernen Beckenrudimenten in Verbindung treten.

Beim Grönlandswal und beim Finwal haben wir jederseits zwei große, im wesentlichen sagittal verlaufende Muskelmassen zu unterscheiden:

1. Die vordere Muskelmasse und
2. Die hintere Muskelmasse oder Schwanzmuskelmasse.

Der Zug der vorderen Muskelmasse ist nach innen und vorne, der Zug der hinteren nach innen und hinten gerichtet.

Betrachten wir das Stärkeverhältnis der beiden Muskelmassen, so sehen wir, daß die vordere und hintere Muskelmasse beim Finwal fast genau gleich stark sind, während bei *Balaena mysticetus* die vordere Masse weit stärker ausgebildet ist als die hintere Masse.

Da beide Muskelmassen an das Hüftbeinrudiment angeheftet sind, so erhellt daraus, daß sich bei *Balaenoptera physalus* L. die Züge beider Muskelmassen nahezu das Gleichgewicht halten, während infolge der bedeutend stärkeren Entwicklung der vorderen Masse bei *Balaena mysticetus* L. von vorne ein stärkerer Zug ausgeübt wird als durch die Schwanzmuskulatur.

Aus dieser ungleichartigen Einwirkung der Muskelmassen auf die Hüftbeinrudimente des Finwals und Grönlandswals wird nun auch die verschiedene Lage der Hüftbeine im Körper verständlich.

Bei den Vorfahren des Finwals ist nach Loslösung des Hüftbeinrudimentes von der Wirbelsäule von vorne und hinten ein gleichstarker Zug auf das Hüftbein ausgeübt worden, dessen Resultat die Horizontalstellung des Hüftbeins war, wobei das proximale Iliumende nach vorne, das distale Ischiumende nach hinten zu liegen kam.

Bei den Vorfahren des Grönlandswals ist nach Loslösung des Hüftbeinrudimentes vom Sacrum durch die vordere Muskelmasse ein stärkerer Zug auf das Hüftbein ausgeübt worden als durch die hintere Muskelmasse. Da die Ansatzstellen der vorderen Muskelmasse auf der Medialseite des Hüftbeins in der Acetabularregion liegen, so ist dieses durch den Zug dieser Muskelmasse derart gewendet worden, daß das distale Ischiumende nach vorne gedreht wurde. Da die Zugrichtungen der vorderen und hinteren Muskelmasse nahezu in derselben Ebene liegen, so ist das Hüftbein des Grönlandswals allmählich in die Zugrichtung der beiden Muskelmassen, das ist in die horizontale Lage gebracht worden, wobei das proximale Iliumende nach hinten zu liegen kam.

Es ist wichtig, hervorzuheben, daß der Musculus ischiocavernosus und M. bulbocavernosus beim Finwal ganz anders verläuft als beim Grönlandswal. Bei *Balaenoptera physalus* tritt keiner der beiden Muskeln mit dem knöchernen Hüftbeinrudiment in direkte Verbindung; dies ist dagegen beim Grönlandswal der Fall, bei welchem namentlich der M. ischiocavernosus außerordentlich kräftig ist. Der M. ischiocavernosus, »the great compressor muscle« tritt hier mit dem Hüftbein derart in Verbindung, daß er[88] »arises from the whole length of the inner slope of the body of the pelvic bone, and from the inner border as far forwards as the middle of the angular region, a length of $8^1/_4$ inches in this half-grown specimen.« Der M. ischiocavernosus setzt sich also beim Grönlandswal größtenteils an das Ilium an.

Es wäre nun möglich, daß gegen die hier entwickelte Auffassung von der Morphologie der Beckenrudimente verschiedene Einwände gemacht werden könnten.

Der wichtigste Einwurf könnte darin bestehen, daß das Beckenrudiment des Grönlandswals nur aus einem einzigen Ossifikationszentrum entsteht, worauf schon Eschricht und Reinhardt[89] sowie

Struthers[90] aufmerksam gemacht haben. Man könnte einwenden, daß dieses einzige Ossifikationszentrum beweise, daß das Hüftbein des Grönlandswals und so auch aller übrigen Cetaceen nur einem Beckenknochen, nicht aber dreien entspreche.

Der zweite Einwand wäre die Beziehung des Hüftbeinrudimentes zum Musculus ischiocavernosus; bekanntlich ist diese Erwägung lange Zeit hindurch maßgebend für die Deutung der Hüftbeinrudimente der Wale als Ischia gewesen.

Endlich könnte man einwenden, daß die Annahme einer Drehung des Hüftbeinrudimentes bei *Balaena* und *Balaenoptera* nicht nöthig sei, um die Verschiedenheit in der Größe und Reduktion der einzelnen Abschnitte zu erklären.

Bei *Balaenoptera physalus* wäre das Ilium am stärksten ausgebildet, Pubis und Ischium aber rudimentär; bei *Balaena mysticetus* wäre dagegen Ilium und Pubis rudimentär und das Ischium allein kräftig entwickelt.

Der erste Einwand, der sich auf das Vorhandensein eines einzigen Ossifikationszentrums im Hüftbein der Wale stützt, ist nicht stichhältig.[91] Bei dem hohen Grade der Verkümmerung von Pubis und Ischium ist es ganz natürlich, daß in diesen rudimentären Beckenelementen kein selbständiges Ossifikationszentrum zur Entwicklung kommt, sondern daß die Verknöcherung in der Mitte des Hüftbeinrudimentes ungefähr in der Acetabularregion beginnt.[92] Bei den Sirenen ist das Ischium weit weniger rudimentär und daher sind auch beim Dugong noch zwei Ossifikationszentren, eines im Ilium und eines im Ischium vorhanden; in einem Falle hat sogar L. von Lorenz noch das Os acetabuli beim Dugong feststellen können.[93]

Auch der zweite Einwand, der sich auf die Beziehung der Hüftbeinrudimente zum Musculus ischiocavernosus und M. bulbocavernosus stützt, ist nicht stichhältig, da zahlreiche Fälle bekannt sind, in welchen Muskeln ihre Ansatz- oder Ursprungsstellen verändert haben.

Was den dritten Einwand betrifft, so muß ich gestehen, daß ich diese Auffassung selbst zuerst für richtig ansah, da ich an der Vorstellung festhielt, daß die Orientierung der Hüftbeine bei *Balaena* und *Balaenoptera* durchaus dieselbe sei. Als ich jedoch die Hüftbeine beider Arten sorgfältiger verglich, konnte ich mich der Überzeugung nicht mehr verschließen, daß der Reduktionsgrad aller Beckenelemente bei *Balaena* und *Balaenoptera* durchaus derselbe sei und daß die Hüftbeine des Finwals und des Grönlandswals gegeneinander um 180° gedreht sein müssen.

Die Annahme dieser Drehung verliert das Befremdende, wenn man berücksichtigt, daß die ursprüngliche Stellung des Hüftbeinrudimentes bei den Vorfahren des Finwals und Grönlandswals ganz ähnlich gewesen sein muß wie beim lebenden Dugong. Wir dürfen keineswegs daran denken, daß das Hüftbein von *Balaena* früher eine Lage wie bei *Balaenoptera* einnahm; dies ist vollständig ausgeschlossen.

Sicher ist schon bei den gemeinsamen Vorfahren beider Wale die Verschiebung des Acetabulums eingetreten. Das Acetabulum wanderte von seiner ursprünglichen Lage aus gegen die Vorderkante des Hüftbeins und rückte schließlich auf das stumpfe Pubisrudiment. Es nimmt also beim Finwal und beim Grönlandswal durchaus die gleiche Lage ein.

Wir gelangen daher zu folgenden Ergebnissen:

Das Hüftbein von *Balaena mysticetus* L. und *Balaenoptera physalus* L. umfaßt Ilium, Pubis und Ischium, und zwar sind diese drei Elemente in ungefähr gleich hohem Grade reduziert, nur das Pubis beim Grönlandswal etwas mehr als beim Finwal. Das Acetabulum hat seine ursprüngliche Lage geändert, liegt aber beim Finwal und Grönlandswal an derselben Stelle. Die Hinterextremität des Finwals ist bedeutend stärker verkümmert als die des Grönlandswals. Der Ausgangspunkt ist für die Hüftbeine beider Wale ganz derselbe: ein Hüftbein, das eine Lage einnahm wie bei *Halitherium* oder *Halicore* und noch mit der Wirbelsäule in Verbindung stand. Aus dieser Stellung hat sich einerseits die Lage entwickelt, die das Hüftbein des Finwals einnimmt, anderseits infolge veränderten Muskelzuges jene Stellung herausgebildet, welche wir bei dem Hüftbein des Grönlandswals antreffen.

III. Eubalaena glacialis Bonat.

(Nordkaper oder Biscayerwal.)

Das Hüftbeinrudiment und die Extremitätenreste des Nordkapers waren bisher unbekannt. Herr Dr. James A. Grieg in Bergen hatte die große Liebenswürdigkeit, mir die Photographie beider Hüftbeine mit den noch in situ befindlichen Rudimenten der Hinterextremität eines Exemplars zur Verfügung zu stellen, welches aus Island stammt.

Linkes Hüftbein (Fig. 36) **und rechtes Hüftbein** (Fig. 37) **eines Nordkapers (Eubalaena glacialis** Bonat.).

(Von unten gesehen.)

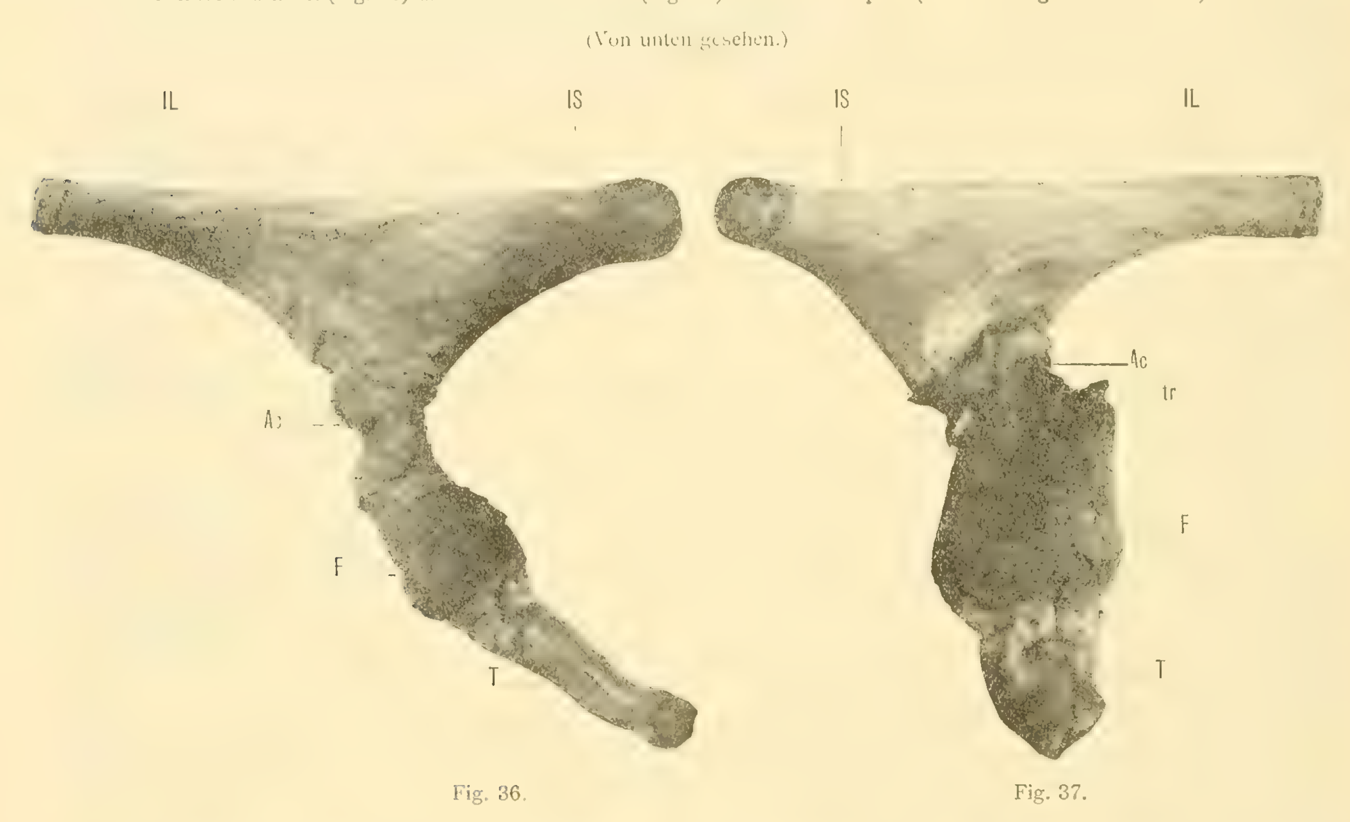


Fig. 36. Fig. 37.

Herkunft. Island. Original. Im Museum von Bergen. Körperlänge. 16 *m*. Länge der Hüftbeine: Linkes Hüftbein 20 *cm*, rechtes Hüftbein 19·5 *cm*. — Originalabbildung (Photographie von Dr. J. A. Grieg in Bergen). Verkleinerung: $^2/_5$ der natürl. Größe.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *Ac* = Acetabularknorpel. *F* = Femur. *tr* = Trochanter major. *T* = Tibia?

Die Körperlänge des Tieres betrug 16 *m*; die Maße der Hüftbeine und Femurrudimente betragen (gemessen von Dr. J. A. Grieg):

Rechtes Hüftbein: 19·5 *cm* lang, 7 *cm* breit in der Acetabularregion.

Linkes Hüftbein: 20 *cm* lang, 6 *cm* breit in der Acetabularregion.

Rechtes Femur: 6·6 *cm* lang, 5·6 *cm* breit.

Linkes Femur: 5·0 *cm* lang, 4·5 *cm* breit.

Wie bei *Balaena mysticetus* L. ist das längere Ilium nach hinten, das kürzere Ischium nach vorne und das stumpfe Pubisrudiment nach außen gerichtet.

Die Form des Hüftbeinrudimentes ist jedoch von jener sehr verschieden, die wir bei *Balaena mysticetus* kennen gelernt haben.

Während beim Grönlandswal das Ischium mit dem Ilium einen Winkel einschließt, der von 90—150° schwankt, ist diese Abbiegung an den Hüftbeinen des Nordkapers nicht vorhanden, so daß die Achsen von Ischium und Ilium in derselben Richtung verlaufen.

Ferner fehlt die für das Hüftbein des Grönlandswals sehr charakteristische Verbreiterung des Iliums am Proximalende und die dadurch bedingte Einschnürung des Iliums vor der Acetabularregion. Das Ilium verjüngt sich beim Nordkaper ganz gleichmäßig nach vorne.

Ein weiterer Unterschied besteht in der außerordentlich kräftigen Entwicklung der Acetabularregion beim Nordkaper. Der Schambeinfortsatz hat die Gestalt eines großen, stumpfwinkligen und gleichschenkligen Dreiecks.

Auch die Verbindung des Hüftbeins mit dem Oberschenkel ist beim Nordkaper ganz verschieden von jener, die wir beim Grönlandswal antreffen. Während beim Grönlandswal das Femurrudiment dem Hüftbein eng anliegt, steht es beim Nordkaper fast senkrecht vom Hüftbein ab.

Sehr auffallend ist die bedeutende Größe des knöchernen Femurrudimentes beim Nordkaper im Verhältnis zum Grönlandswal.

Das Femurrudiment tritt beim Nordkaper in unmittelbare Verbindung mit dem großen Acetabularknorpel, welcher auf der Spitze des stumpfen Pubisrudimentes liegt. Am Hinterrande des rechten Femurrudimentes des Nordkapers ragt ein spitzer Fortsatz nach oben, welcher sich in genau derselben Ausbildung auch beim Grönlandswal findet und nach J. Struthers[94] den Trochanter maior repräsentiert. Auf dem linksseitigen Femurrudiment des Nordkapers ist dieser Trochanter auf der Photographie nicht zu unterscheiden, dürfte aber auch hier vorhanden sein, obgleich das linke Femur weit stärker verkümmert ist als das der rechten Körperhälfte.

Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. J. A. Grieg fehlt beim Nordkaper das für den Grönlandswal charakteristische Tibiarudiment; ich möchte jedoch der Vermutung Ausdruck geben, daß das ligamentöse Stück, welches sich beiderseits an das Femurrudiment anschließt, der Tibia entspricht, da durch Degeneration nicht nur Muskeln, sondern auch Knorpel und Knochen ligamentös werden können.[95]

Sehr auffallend ist das Vorhandensein einer rundlichen, sehr seichten Grube an jener Stelle, wo bei den Vorfahren des Nordkapers das Acetabulum vorhanden gewesen sein muß. Diese Grube ist auf beiden Knochen sehr deutlich wahrzunehmen. Die Hüftbeinfläche mit dieser Grube entspricht der ehemaligen Externseite und so ist es sehr wahrscheinlich, daß die Grube ein rudimentäres Acetabulum darstellt.

Wie beim Grönlandswal hat auch beim Nordkaper eine Drehung des Beckens in der Weise stattgefunden, daß sich das Proximalende des Iliums nach hinten und unten senkte, bis die horizontale Lage erreicht war.

Das Hüftbein des Nordkapers ist in anderer Richtung reduziert als das des Grönlandswals; die Acetabularregion und das Pubisrudiment ist beim Nordkaper weniger, Ilium und Ischium mehr zurückgebildet als beim Grönlandswal. Im Reduktionsgrade der Hinterextremität schließt sich jedoch *Eubalaena* enge an *Balaena* an.

IV. Megaptera boops Fabr.

(Buckelwal.)

Das Hüftbeinrudiment des Buckelwals ist zuerst von Rudolphi[96], später von Eschricht[97] und Struthers[98] beschrieben und abgebildet worden. Die Entdeckung des Femurrudimentes verdanken wir Eschricht.

Nach den Untersuchungen dieses ausgezeichneten Cetologen besteht das Hüftbeinrudiment des Buckelwals oder Keporkak aus einem winkelig gebogenen Knochen, dessen vorderer Abschnitt länger ist als der hintere. Der vordere Abschnitt ist schlank und spitzt sich gegen das Vorderende zu; der hintere ist plump, viel kräftiger als der vordere und endet entweder mit einer stumpfen Rundung oder einer stumpfen Spitze.

Linkes Hüftbein des Buckelwals (Megaptera boops Fabr.)

(Von unten gesehen.)

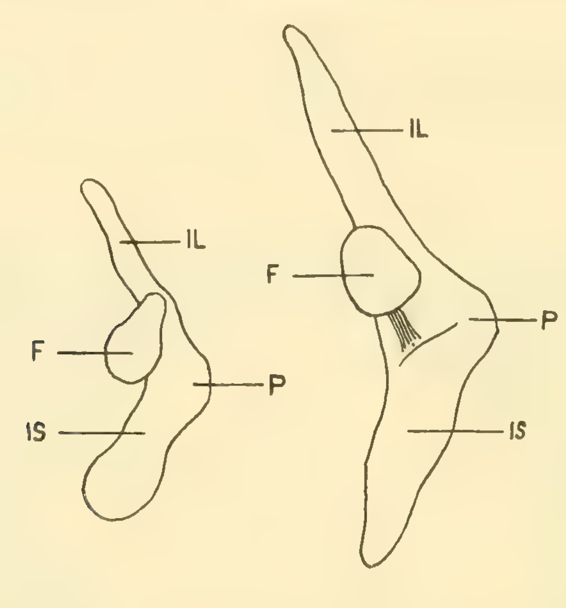


Fig. 38. Fig. 39.

Fig. 38. Herkunft: Grönland. — Körperlänge: Foetus von 78" Länge. Beschrieben und abgebildet: D. F. Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Walltiere, p. 136, Fig. 43. — Natürl. Gr.

Fig. 39. Herkunft: Grönland. — Körperlänge: »Erwachsenes Tier«. — Beschrieben und abgebildet: D. F. Eschricht, l. c., p. 137, Fig. 44. — Verkleinerung: $^1/_4$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. P = Pubis. *IS* = Ischium. *F* = Femurrudiment.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der vordere Hüftbeinabschnitt des Buckelwals dem Ilium des Finwals homolog ist. Der plumpere hintere Hüftbeinabschnitt entspricht dem Ischium, und der stumpfe, nach außen gerichtete Fortsatz ist der letzte Rest des stark reduzierten Pubis.

Die Femurrudimente des Buckelwals lagen nach den Unsuchungen Eschricht's an mehreren Embryonen (♀ und ♂) »den größeren Beckenknochen dicht an, und zwar an dem inneren Rande und der unteren Fläche ihrer vorderen dünneren Hälfte, die Spitze nach vorn, den dicken Kopf nach hinten gedreht.« Das Femurrudiment der Embryonen war knorpelig.

Auch bei einem erwachsenen Buckelwal konnte Eschricht dieses Femurrudiment nachweisen. Es war hier größtenteils verknöchert, hatte aber eine ziemlich veränderte Form, fast wie die einer menschlichen Kniescheibe.

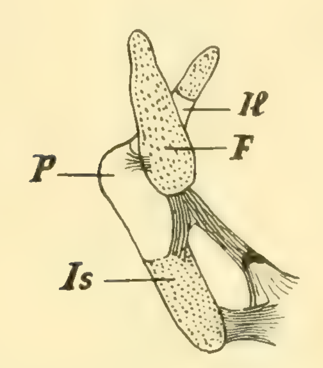
Die morphologische Bedeutung dieser Knochenrudimente hatte Eschricht zuerst allerdings nicht erkannt; »von allen bisher bekannten Beckenknochen der Säugetiere scheinen sie mir aber allenfalls nur mit den für die Beuteltiere eigentümlichen gleichgestellt werden zu können, wenn man auf ihre Lage Rücksicht nimmt.« Später wiesen jedoch Eschricht und Reinhardt[99] nach, daß die kleinen an den Hüftbeinen des Buckelwals angehefteten Knochenrudimente den Oberschenkelknochen entsprechen.

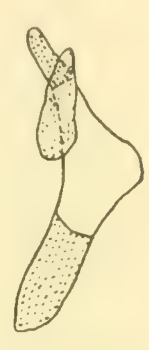
Bei dem von Struthers untersuchten Exemplar waren die Femurrudimente der beiden Körperhälften ungleich groß (das rechte 5, das linke nur $3^3/_4$ Inches lang), hatten aber dieselbe Form einer distal zugespitzten Keule wie das Femurrudiment des von Eschricht abgebildeten Embryos. Auch die Richtung der Femurrudimente war dieselbe wie beim Eschricht'schen Exemplar, nämlich von hinten innen nach vorne außen.

Fig. 40.

Die beiden Hüftbeine eines männlichen Buckelwals (Megaptera boops Fabr.) in natürlicher Lage und Entfernung.

(Von unten gesehen.)





Herkunft: Firth of Tay (Dundee, Schottland), harpuniert am 1. Jänner 1884. — Original: Im Museum von Dundee. — Körperlänge: 40 Fuß. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXII, 1887, p. 272—281, Pl. XII; ibidem, XXVII, 1893, Pl. XX, Fig. 10. — Hüftbeinlänge: $9^1/_4$ Inches. — Verkleinerung: $^1/_6$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

Il = Ilium. *P* = Pubis. *Is* = Ischium. *F* = Femurrudiment. (Die knorpeligen Partien sind in der Figur punktiert).

Ein sehr wesentlicher Unterschied betrifft jedoch die Länge des vorderen Abschnittes bei den beiden von Eschricht abgebildeten Hüftbeinen und dem von Struthers untersuchten Exemplar. Bei dem letzteren war das Ilium sehr schwach entwickelt und kürzer als das Ischium.

Struthers betrachtete daher das Hüftbein des Buckelwals als einen Typus, der den Übergang zwischen dem Hüftbein des Finwals und dem des Grönlandwals vermittelt.[100] Dies ist ein Irrtum; das Hüftbein von *Megaptera boops* Fabr. hat die gleiche Körperlage wie bei *Balaenoptera physalus* L. und die mit dem Hüftbein in Verbindung tretenden Muskeln (M. ischiocavernosus, M. bulbocavernosus und die Caudalmuskelmasse) verhalten sich bei beiden Arten durchaus gleich. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, daß die beim Finwal sehr stark entwickelte vordere Muskelmasse nach den Untersuchungen von Struthers[101] beim Buckelwal nicht mit dem Ilium in Verbindung tritt. Dies ist offenbar die Ursache der relativ schwächeren Entwicklung des Iliums im Vergleiche zu *Balaenoptera physalus* L., die sogar in dem von Struthers beschriebenen Falle zu einer Reduktion des Iliums führt.

Die von Rudolphi[102] beschriebenen Hüftbeine des Buckelwals sind zweifellos nicht richtig orientiert, da der schlankere Hüftbeinabschnitt nach den Untersuchungen von Struthers nach vorne, der dickere und plumpere, in der Regel kürzere aber nach hinten gerichtet ist.

Das Hüftbein von *Megaptera boops* Fabr. repräsentiert einen ganz eigenartigen Typus, welcher sowohl von dem Hüftbeintypus des Finwals als auch von jenem des Grönlandwals verschieden ist. Der wichtigste Unterschied besteht in der etwas schwächeren Ausbildung des Iliums und der stärkeren Entwicklung des Ischiums.

Spuren des Acetabulums sind bei *Megaptera boops* Fabr. bisher nicht beobachtet worden.

V. Balaenoptera borealis Less.

(Seihwal.)

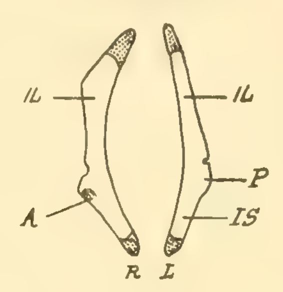
Die Hüftbeinrudimente des Seihwals sind bisher nur sehr mangelhaft bekannt; die Beschreibung und Abbildung beider Hütfbeine eines 36 Fuß langen, noch nicht erwachsenen Tieres, die wir Struthers verdanken,[103] ist das einzige, was wir über die Beckenrudimente dieses Wales wissen.

Die Hüftbeine sind nur 7 Inches lang, wovon auf die knorpeligen Enden $1^1/_2$ Inches fallen.

Fig. 41.

Die beiden Hüftbeine des Seihwals (Balaenoptera borealis Less.).

(Von unten gesehen.)



Herkunft: St Margaret's Hope, Orkney, Ende November 1884. — Körperlänge: 36 Fuß. — Hüftbeinlänge: Ungefähr 7 Inches. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 323, Pl. XX, Fig. 7. — Verkleinerung: $^1/_6$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

R = Rechts. *L* = Links. *IL* = Ilium. *P* = Pubis. *IS* = Ischium. *A* = Acetabulum. — Die knorpeligen Partien sind in der Figur punktiert.

Wie bei *Balaenoptera physalus* L. können wir deutlich Ilium, Ischium und das rudimentäre Pubis unterscheiden; das letztere ist hier viel stärker zurückgebildet als beim Finwal. An dem rechtsseitigen Hüftbeine konnte Struthers ein kleines, sehr rudimentäres Acetabulum feststellen; dem linken Hüftbeine fehlte es.[104]

Vor der Acetabularregion ist an beiden Hüftbeinen ein kleiner Einschnitt am Vorderrand des Iliums wahrzunehmen, welcher dem von Struthers beobachteten kleinen ovalen Foramen an dem Hüftbein des 64 Fuß langen Finwals[105] genau entspricht. Wahrscheinlich ist dies die Durchtrittsstelle eines Blutgefäßes.

Ein Femurrudiment ist beim Seihwal bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.[106]

VI. Balaenoptera rostrata Fabr.

(Zwergwal.)

Das Hüftbeinrudiment des Zwergwals wurde zuerst von Rudolphi[107] entdeckt. Seine Angaben wurden von Cuvier[108] in Zweifel gezogen, da er sich durch die falschen Mitteilungen Delalande's beeinflussen ließ. Später haben Rudolphi[109] und Eschricht[110] den Irrtum Cuvier's berichtigt.

Eschricht und Struthers[111] bildeten zwei Hüftbeinrudimente des Zwergwals ab. Das von Eschricht (l. c. Fig. 43) dargestellte Hüftbein gehörte einem 28 Fuß langen Tiere an; das Struthers'sche Exemplar war nur halb so groß ($14^1/_2$ Fuß) und Struthers wies daher mit Recht darauf hin, daß das Hüftbein dieses jungen Individuums nicht als typisch betrachtet werden dürfe.

Das von Eschricht abgebildete Hüftbein ist dadurch bemerkenswert, daß von einem Pubisrudiment keine Spur mehr wahrzunehmen ist. Der vordere, längere Hüftbeinabschnitt ist schlank und lang, der hintere breit und kurz. Der Knochen ist sehr schwach gebogen.

Dieses rudimentäre Hüftbein ist von besonderem Interesse. Es zeigt, daß bei den Mystacoceten ebenso wie bei den Halicoriden von den drei Beckenelementen zuerst das Pubis rudimentär wird und zuerst ganz verschwindet. Während also das Hüftbein von *Balaenoptera physalus* L., *Balaena mysti-*

Das linke Hüftbein zweier Zwergwale (Balaenoptera rostrata Fabr.).

(Von unten gesehen.)

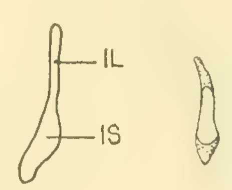


Fig. 43. Fig. 42.

Fig. 42. Alter: Junges Tier. — Herkunft: Gestrandet bei Aberdeen im Juli 1870. — Körperlänge: 14½ Fuß. — Hüftbeinlänge: 3¼ Inches. — Beschrieben und abgebildet: J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 323, Pl. XX, Fig 6. — Verkleinerung: 1/8 der naturl. Gr.

Fig. 43. Alter: Erwachsenes Tier. — Herkunft: Bergen. — Körperlänge: 28 Fuß. — Hüftbeinlänge: 18·9 *cm* (nach der Abbildung gemessen.) — Beschrieben und abgebildet: D. F. Eschricht. Untersuchungen über die nordischen Walltiere, I, p. 136, Fig. 42. — Verkleinerung: 1/9 der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen.

IL = Ilium. *IS* = Ischium. (Die knorpeligen Partien in Fig. 42 punktiert.)

cetus L. und *Megaptera boops* Fabr. ungefähr denselben Reduktionsgrad wie das oligocäne *Halitherium* aufweisen, ist bei *Balaenoptera borealis* Less. die Reduktion weiter vorgeschritten, so daß das Hüftbein dieser Art mit dem miocänen *Metaxytherium* verglichen werden kann; bei *Balaenoptera rostrata* Fabr. ist das Pubis vollständig verloren gegangen, so daß wir dieses Reduktionsstadium an die Seite jenes des Dugong stellen können.

Da das Femurrudiment nicht plötzlich, sondern allmählich verkümmerte und schließlich ganz verloren ging, so darf es uns nicht wundern, in vereinzelten Fällen noch Femurrudimente bei den hochspezialisierten Walen und Sirenen anzutreffen. Das Acetabularrudiment an dem Hüftbein eines Dugong aus dem Roten Meere deutet darauf hin, daß hier noch ein kümmerlicher Rest des Oberschenkels vorhanden war; wir werden kaum fehlgehen, wenn wir auch für *Balaenoptera borealis* Less. das gleiche annehmen, da Struthers an einem Hüftbein dieses Wals ein verkümmertes Acetabulum entdeckte. Bei *Balaenoptera rostrata* Fabr. scheint jedoch der Schwund der Hinterextremität endgültig vollzogen zu sein, obwohl J. B. Perrin (P. Z. S. 1870, 6. Dezember; Referat im Journ. of Anat. and Phys. VI, 1872, p. 445) von einer »Number of very small cartilaginous plates« spricht, welche nach ihm dem Femur entsprechen sollen.

VII. Physeter macrocephalus L.

(Pottwal.)

Bei keinem anderen Wal unterliegt der Reduktionsgrad des Hüftbeins so großen und zahlreichen Modifikationen wie beim Pottwal.

Von einem Hüftbein des Balaena-Typus, wie es die Hüftbeine des Bergener Exemplars repräsentieren, bis zum einfachen, krummen, kleinen Knochenstab liegen alle Übergänge vor.

Es wäre unmöglich, diese stark reduzierten Hüftbeine richtig zu deuten, wenn nicht ein Hüftknochenpaar vorliegen würde, dessen morphologische Analyse mit voller Klarheit ergibt, daß das Hüftbein des Pottwals in ganz derselben Weise zurückgebildet wurde wie das Becken der Bartenwale.

Dieses Hüftbeinpaar gehört dem Männchen eines Pottwals an, welcher bei der Ile de Ré (Charente-inférieure) erbeutet wurde und dessen Länge 13·20 *m* betrug. Das Skelett dieses Wales befindet sich im Museum in Bergen; Herr Dr. James A. Grieg hat die große Liebenswürdigkeit gehabt, mir zwei Photographien dieser Hüftbeine zur Verfügung zu stellen.

Die beiden Hüftbeine (Fig. 44 rechtes, Fig. 45 linkes) **eines männlichen Pottwals (Physeter macrocephalus L.).**
(Von unten gesehen.)



Fig. 44. Fig. 45.

Herkunft: Ile de Ré (Charente-inférieure). — Original: Im Museum von Bergen. — Körperlänge: 13·20 *m*. — Länge der Hüftbeine: Rechtes Hüftbein 32 *cm*, linkes Hüftbein 32·7 *cm*. — Originalabbildung (Photographie von Dr. J. A. Grieg in Bergen). — Verkleinerung: 3/8 der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

IL = Ilium. *P* = Pubis. *A* = Acetabulum. *IS* = Ischium. *F* = Femur. — (Die Femurrudimente sind nach hinten gedreht, um den Umriß des Acetabulums zu zeigen).

Die Dimensionen der beiden Hüftbeine sind folgende:

Rechtes Hüftbein 32·0 *cm* lang, 15·5 *cm* breit, Acetabulum 4·4 *cm* lang
Linkes » 32·7 » » 12·5 » » » 5·7 » »

Man hat an diesen Hüftbeinen einen längeren vorderen, einen kürzeren hinteren und einen kurzen, stumpfen Außenfortsatz zu unterscheiden.

Der vordere Abschnitt des Hüftbeins ist keulenförmig und am Ende abgerundet; das hintere Hüftbeinende ist abgestutzt. Dies ist dadurch zu erklären, daß beim lebenden Tiere dem knöchernen Hüftbeinteil am Hinterende noch ein knorpeliger Abschnitt folgte.

Die beiden Hüftbeine (Fig. 46 rechtes, Fig. 47 linkes) **eines männlichen Pottwals (Physeter macrocephalus** L.).
(Von unten gesehen.)



Fig. 46. Fig. 47.

Wie Fig. 44 und 45, aber die Femurrudimente in natürlicher Lage, im Acetabulum eingelenkt und daher dasselbe verdeckend.
Verkleinerung: $^7/_{16}$ der natürl. Gr.

Das Hüftbein ist sehr stark gekrümmt, und zwar erscheint die Innenseite stark konkav. Am Ventralrand des Hüftbeins läuft eine scharfe Kante vom Vorderende bis zum Hinterende, welche jedoch der Krümmung des ganzen Knochens nicht folgt, sondern gerader verläuft (Fig. 44 bis 47), wodurch diese Kante im mittleren Teile des Hüftbeins stark nach innen gezogen erscheint.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir diese Hüftbeine in derselben Weise analysieren müssen wie die Hüftbeine von *Balaenoptera, Megaptera, Balaena* und *Eubalaena*. Der lange vordere Hüftbeinabschnitt entspricht dem Ilium, der kürzere hintere dem Ischium und der stumpfe Außenfortsatz dem Pubis.

Wie bei den Mystacoceten ist auch hier von den drei Beckenelementen das Pubis am stärksten reduziert, das Ischium weniger und das Ilium nur unbedeutend. Die Hauptmasse des Hüftbeins wird vom Ilium gebildet.

Die beiden Hüftbeine des Pottwals von der Ile de Ré sind aber für uns darum ganz besonders wichtig, weil beide Femurrudimente vorhanden sind und an einem ungewöhnlich großen Acetabulum einlenken.

Die Lage dieses Acetabulums (Fig. 44 und 45) ist eine sehr eigentümliche.

Das Acetabulum liegt nicht an der Stelle, wo man es normalerweise zu erwarten hätte, nämlich an der Vereinigungsstelle von Ilium, Ischium und Pubis, sondern es ist in ventraler Richtung herabgeschoben und liegt an dem von Pubis und Ischium gebildeten bogigen Rand, welcher im normalen Säugetierbecken den hinteren Abschluß des Hüftloches bildet.

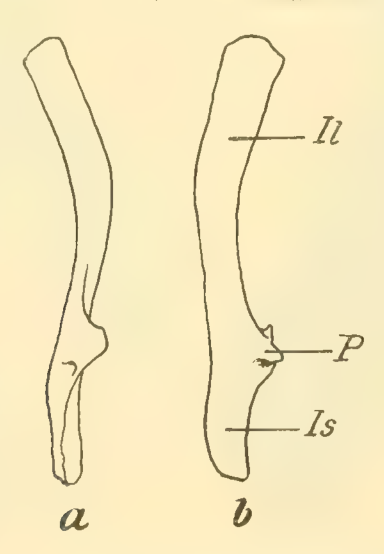
Das ovale Acetabulum liegt zum größten Teile auf der Unterseite des Hüftbeins und ist dadurch ausgezeichnet, daß seine Grenzen scharf sind, daß es schüsselförmig vertieft ist, und daß es in unmittelbarem Kontakt mit dem Femurrudiment steht.

Wir haben zwar schon bei *Balaenoptera physalus* und *Balaena mysticetus* gesehen, daß das Acetabulum auf den Hüftbeinen dieser beiden Arten nicht mehr die normale Lage einnimmt; bei keinem der bisher zur Untersuchung gelangten Mystacoceten liegt jedoch die rudimentäre Gelenkpfanne an der Stelle, die sie bei *Physeter* einnimmt.

Fig. 48.

Linkes Hüftbein eines Pottwalmännchens (Physeter macrocephalus L.).

(*a* von außen, *b* von unten gesehen.)



Herkunft: Südwestküste Tasmaniens, 1864. — Original: Im Museum of Royal College of Surgeons in London. — Körperlänge: 60 Fuß (noch nicht völlig erwachsenes Männchen). — Skelettlänge: 50' 1" (»Three feet having been allowed for the intervertebral spaces«. W. H. Flower). — Hüftbeinlänge: 14 Inches. — Beschrieben und abgebildet: W. H. Flower, Transactions Zool. Soc. London, VI, 1869, p. 365, Pl. LX, Fig 5 und 6. — Verkleinerung: $^1/_6$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

Il = Ilium. *P* = Pubis. *Is* = Ischium.

Ohne Zweifel hat eine Drehung und Verschiebung des Oberschenkelknochens die unmittelbare Ursache für die Verschiebung des Acetabulums gebildet. Eine solche Drehung des Oberschenkels kann aber nur durch Muskelzug bewirkt worden sein. [112]

Es ist sehr auffallend, daß die beiden Femurrudimente den Hüftbeinen dicht anliegen und daß ihre distalen Enden nach vorne gerichtet sind (Fig. 46 und 47). Sie liegen ganz auf der Unterseite der Hüft-

beine und nehmen also eine Lage wie bei *Balaena*, *Megaptera* und *Balaenoptera* ein, nur mit dem Unterschiede, daß die Achse des Femurrudimentes bei *Physeter* zu der Achse des Iliums parallel ist.

Die rudimentäre Natur der beiden Femora erklärt deren beträchtliche Formdifferenzen. Das linke Femurrudiment hat die Gestalt einer kurzen, dicken Keule, die sich rasch nach vorne, also gegen ihr distales Ende, verjüngt; das rechte Femurrudiment ist sanduhrförmig und erinnert sehr an die Form des Oberschenkels von *Balaenoptera physalus* L. beim Bergener Exemplar.

Das rechte Femur ist 10 *cm* lang und 5·8 *cm* breit,
» linke » » 10 » » 6·0 »

Das linke Hüftbein ist etwas länger als das rechte, aber schlanker und schwächer.

W. S. Wall[113] hatte schon im Jahre 1851 eine Mitteilung über den Bau des *Physeter*-Beckens veröffentlicht. Die Grundlage für seine Beschreibung und Zeichnung bildete das rechte Hüftbein eines Pottwalkadavers (♀), welcher im Jahre 1850 unweit von Sydney zwischen der Botany Bay und Port Hacking strandete. Der Körper hatte durch die Brandung sehr gelitten und das linke Hüftbeinrudiment war bereits verloren.

Wall fand in der Nähe des Hüftbeinrudiments einen kürzeren, stumpfkeulenförmigen Knochen, welchen er als ein Beckenelement ansah. Nach seiner ausdrücklichen Angabe konvergierten die beiden längeren Beckenknochen nach vorne, der kleinere lag dem Hinterende des längeren Knochens unmittelbar an.

Diese Angabe Walls begegnete fast allgemein lebhaftem Zweifel, der um so berechtigter zu sein schien, als Wall in derselben Abhandlung ein ganz unmögliches Bild von dem Beckenbaue der *Kogia breviceps* (= *Euphysetes Grayi* Wall) entwarf.[114]

W. H. Flower[115] und P. Gervais[116] standen den Wall'schen Angaben sehr skeptisch gegenüber.

Ich war daher sehr überrascht, bei einem Besuche des Berliner Museums für Naturkunde in der Beckenregion eines *Physeter*-Skeletts zwei Knochenpaare montiert zu finden. Herr Professor P. Matschie hatte die große Liebenswürdigkeit, eine Reihe photographischer Aufnahmen dieser vermeintlichen Hüftbeine anzufertigen und mir zur Verfügung zu stellen. Herr Professor P. Matschie vertrat in zwei Briefen vom 25. März und 5. April 1907 mit Entschiedenheit die Auffassung, daß die beiden kleinen angeblichen Hüftbeinknochen des Berliner Skeletts die Ischia, die beiden längeren Knochen dagegen die Ilia seien. Zuerst hatte ich in den beiden kurzen Knochen Femurrudimente vermutet, da ich voraussetzte, daß diese Knochen wirklich der Beckenregion angehörten.

Ein sorgfältiger Vergleich mit den Daumen des *Physeter*-Skeletts im k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien (aus der Adria) ergab jedoch mit einer jeden Zweifel ausschließenden Sicherheit, daß diese angeblichen Hüftbeinelemente des Berliner Skeletts die Daumen sind und daß somit das Becken des Berliner Pottwalskeletts nur ein Paar rudimentärer Hüftbeine umfaßt.

Der kürzere Knochen, welchen W. S. Wall als Beckenelement beschrieb, kann nun entweder wirklich ein Femurrudiment oder eine der beiden vordersten Ventralrippen sein, welche nach den Untersuchungen von W. H. Flower[117] »a pair of small styliform bones« bilden. Es wäre immerhin denkbar, daß infolge des hohen Verwesungsgrades des bei Sydney gestrandeten Exemplares ein Irrtum bei der Mazeration unterlaufen ist.

Da aber an dem Bergener Exemplar beide Femurrudimente in situ vorhanden sind, so gewinnt die Annahme an Wahrscheinlichkeit, daß der von Wall als Beckenelement angesehene Knochen das Femurrudiment repräsentiert.[118] In diesem Falle wäre aber die Orientierung des Knochens zweifellos eine andere; die Spitze des Knochens müßte, nach Analogie des Bergener Exemplars, nicht nach hinten, sondern nach vorne gerichtet sein.

Vielleicht geben diese Zeilen Anregung zu einer neuerlichen Überprüfung des im Sydneyer Museum aufbewahrten fraglichen Knochens.

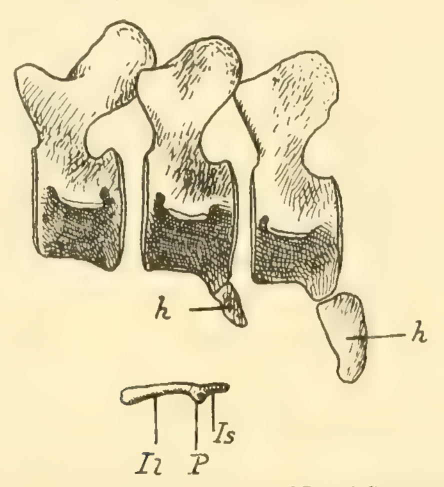
Von allen bisher bekannten Hüftbeinrudimenten des Pottwals schließt sich im Reduktionsgrade jenes am nächsten an, welches Flower[119] im Jahre 1867 beschrieb und das sich im Museum des Royal College of Surgeons in London befindet.

Dieses Hüftbein (Fig. 48) gehört der linken Körperhälfte an und erreicht eine Länge von 14 Inches. Man kann einen vorderen längeren und einen kürzeren hinteren Abschnitt unterscheiden; an der Trennungsstelle beider Abschnitte entspringt ein sehr kurzer, stumpfer Fortsatz.

Fig. 49.

Linkes Hüftbein eines Pottwalmännchens in natürlicher Lage unter der Wirbelsäule.

(Von außen gesehen.)



Herkunft: Südwestküste Tasmaniens 1864. — Original: Im Museum of Royal College of Surgeons in London. — Körperlänge: 60 Fuß. Skelettlänge: 50' 1". — Hüftbeinlänge: 14". Beschrieben und abgebildet: W. H. Flower, l. c., Pl. LV.

Verkleinerung: $^1/_{24}$ der natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen.

Il = Ilium. *P* = Pubis. *Is* = Ischium. *h* = Haemapophyse.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß auch dieses Hüftbein die drei Beckenelemente in derselben Weise wie die Hüftbeine des Bergener Exemplars umfaßt. Der vordere Abschnitt entspricht dem Ilium, der hintere dem Ischium, der stumpfe seitliche Vorsprung dem Pubis (Fig. 49).

Pubis und Ischium sind bei diesem Hüftbein weit stärker reduziert als bei dem Bergener Exemplar. Auffallend ist die starke Verbreiterung des Iliums am vorderen, das ist proximalen Ende.

Ilium und Ischium sind an der Dorsalkante (»dorsal« im Sinne des normalen Säugetierhüftbeins) konvex, an der Ventralkante konkav gebogen.

An der Innenseite des Hüftbeins, welche bei natürlicher Körperlage des Hüftbeinrudimentes der Ventralseite entspricht, befindet sich auf dem stumpfen Pubisrudiment eine undeutlich umgrenzte seichte Grube, welche in der Flower'schen Abbildung gut zu erkennen ist. Wahrscheinlich entspricht diese Grube dem rudimentären Acetabulum.

Die beiden anderen Hüftbeinrudimente aus dem Museum des Royal College of Surgeons in London[120] sind so hochgradig reduziert, daß das Pubis vollständig verloren gegangen ist und die Trennungsstelle zwischen Ilium und Ischium nicht mehr festgestellt werden kann. Die beiden Knochen sind sehr verschieden geformt und die Art ihrer Krümmung ist gleichfalls sehr verschieden.

An diese stark verkümmerten Hüftbeine reihen sich einige weitere an, welche gleichfalls keinen Pubisfortsatz mehr besitzen und nur noch aus dem Ilium und dem wahrscheinlich sehr reduzierten Ischium zusammengesetzt sind.

Hieher gehören die Hüftbeine des Berliner *Physeter*-Skeletts, welche ziemlich stark asymmetrisch sind und auch in ihrer Länge bedeutend differieren; die Dimensionen sind, wie mir Herr Professor P. Matschie freundlichst mitteilte, folgende (Maße in Zentimetern):

	In gerader Linie gemessen	Mit Bandmaß auf der gewölbten Außenfläche	Mit Bandmaß auf der hohlen Innenfläche
Hüftbein *A*	30	30·5	30·5
Hüftbein *B*	27·5	28·5	29

Die größte Breite des Hüftbeins *A* am verbreiterten Ende beträgt 6·4, des Hüftbeins *B* 6·1 *cm* Fig. 50).

Wahrscheinlich entspricht das verbreiterte Ende der Hüftbeinrudimente dem proximalen Ende des Iliums.

Fig. 50.

Die beiden Hüftbeine eines Pottwals (Physeter macrocephalus L.).



Alter und Geschlecht: Noch nicht erwachsenes Männchen. — Herkunft: Umgebung des Nordkap. — Original: Im königl. Museum für Naturkunde in Berlin. — Körperlänge: 13·5 *m*. — Skelettlänge: 11·40 *m*. — Hüftbeinlängen: 30 und 27·5 *cm* (in gerader Linie gemessen). — Originalphotographie von Prof. P. Matschie in Berlin. — Verkleinerung: $^4/_9$ der natürl. Gr.

G. Pouchet und H. Beauregard[121] geben gleichfalls ausdrücklich an, daß das verbreiterte Ende der Hüftbeinrudimente nach vorne, das verjüngte nach hinten gerichtet ist. Das linke Hüftbein des Pottwalmännchens ist 29·7 *cm* lang, am vorderen Ende 8·4 und am hinteren 3 *cm* breit. Das Hüftbein des Pottwalweibchens ist 19 *cm* lang und am vorderen Ende 5 *cm* breit. Beide Skelette befinden sich im Muséum d'Histoire naturelle in Paris. Von einem Pubisrudiment und einer Gliederung der Hüftbeine in zwei Abschnitte ist nichts wahrzunehmen.

Einen gleich hohen Reduktionsgrad repräsentieren die Hüftbeine eines von St. Miguel auf den Azoren stammenden Pottwalskeletts im Musée d'Histoire naturelle in Brüssel (Nr. 781 β des Registers). Sie sind an den Vorderenden stark verdickt und verbreitert, nach hinten verjüngt. Wie sie im Körper orientiert waren, ist kaum mit Sicherheit zu ermitteln, da sie nur sehr schwach gekrümmt sind. Wahrscheinlich gehört das längere Hüftbein der linken Körperhälfte an. Das längere Hüftbein ist 21·5 *cm*, das kürzere 18·5 *cm* lang. Von einem Pubisrudiment ist keine Spur wahrzunehmen und ebenso ist auch von der Trennungsstelle des Ilium und Ischium nichts zu sehen (Fig. 51).

Fig. 51.

Die beiden Hüftbeine eines Pottwals (Physeter macrocephalus L.).



Herkunft: St. Miguel, Azoren. — Original: Im Mus. royal d'Hist. nat. de Belgique in Brüssel, Nr. 781 β (1888). — Körperlänge: 8 *m*. — Länge der Hüftbeine: 21·5 und 18·5 *cm*. — Originalabbildung. — Verkleinerung: Ungefähr 1/2 der natürl. Gr.

Es ergibt sich aus diesen Vergleichen, daß die Hüftbeinrudimente des Pottwals in ihrem Reduktionsgrade außerordentlich verschieden sind. Während die Hüftbeine des Bergener Exemplars sich in ihrer Gesamtform an *Balaenoptera physalus, Megaptera boops, Balaena mysticetus* und *Eubalaena glacialis* anschließen, sind die Hüftbeine des Brüsseler Exemplars kleine Knochenstäbe, denen das Pubis fehlt und bei welchen man die Grenzen zwischen Ilium und Ischium nicht mehr feststellen kann. Ein Femurrudiment ist bisher nur im Becken des Bergener Exemplars sicher festgestellt; vielleicht ist aber auch das von Wall beschriebene kürzere Beckenknochenpaar als das Rudiment beider Femora aufzufassen.

VIII. Mesoplodon bidens Sow.

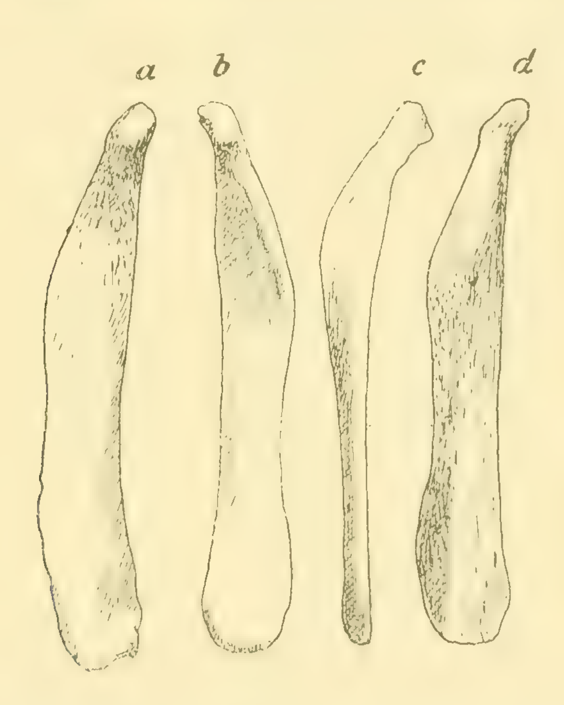
Während noch bei *Physeter macrocephalus* die morphologische Analyse der Hüftbeinrudimente möglich war, ist dies bei den höher spezialisierten Ziphiiden nicht mehr der Fall. Die Form der Hüftbeinrudimente von *Mesoplodon bidens* Sow. weicht so außerordentlich von dem Typus ab, den wir bei *Balaena, Eubalaena, Megaptera, Balaenoptera* und *Physeter* kennen gelernt haben, daß wir bei der Deutung dieser Rudimente nur auf Vermutungen angewiesen sind.

Keinesfalls ist das Pubis in diesen Rudimenten vorhanden. Es kann sich somit nur um die Entscheidung der Frage handeln, ob noch Ilium und Ischium in diesen stark reduzierten Hüftbeinen

Fig. 52.

Die beiden Hüftbeine von Mesoplodon bidens Sow.

(*a* linkes Hüftbein von oben gesehen, *b*, *c*, *d* rechtes Hüftbein, *b* von oben, *c* von innen, *d* von unten gesehen.)



Herkunft: Rugsund, Ytre Nordfjord, Norwegen. — Original: Im Museum von Bergen. — Körperlänge: 4·6 *m*. — Länge der Hüftbeine: 75 und 73 *mm*. — Beschrieben und abgebildet: J. A. Grieg. Bergens Museums Aarbog 1904, p. 34, Fig. 13. — Natürl. Gr.

enthalten sind oder ob nur eines dieser Beckenelemente an der Bildung des Hüftknochenrestes beteiligt ist.

Wir haben gesehen, daß der Reduktionsprozeß der Cetaceenhüftbeine mit der Verkümmerung des Pubis beginnt und dann das Ischium ergreift. In jenen Fällen, wo noch Ischium und Ilium deutlich unterschieden werden können, ist stets das Ilium länger als das Ischium; nur bei einem Individuum von *Megaptera boops* war das Ilium stärker reduziert als das Ischium.

Wenn wir einen Analogieschluß ziehen dürfen, so dürfen wir vermuten, daß auch in den hochgradig reduzierten Hüftbeinen der Ziphiiden das Ilium noch vorhanden ist und sich an der Zusammensetzung des Rudimentes in höherem Maße beteiligt als das Ischium.

An den Hüftbeinen von *Mesoplodon bidens* Sow. ist keine Grenze zwischen Ilium und Ischium wahrzunehmen und die Deutung dieser Reste daher unsicher.

James A. Grieg[122] beschreibt diese Rudimente in folgender Weise (Fig. 52):

»Baekkenbenene tilspidses noget fortil, hvor de ender i en knudeformet fortykkelse, bagtil er de afrundede. Den øvre side er plan, den undre derimod saerlig, paa det fordre parti noget ophøiet paa midten. Den ydre rand er konveks, den indre noget konkav .... Laengden er henholdsvis 75 *mm.* og 73 *mm.*, den største bredde 12 *mm.*, og 13 *mm.*, og den største tykkelse 6 *mm.*, og 8 *mm.*«

IX. Phocaena communis Less.

(Braunfisch.)

Unter den Delphiniden wählte ich den Braunfisch deshalb zur Besprechung der Form des Hüftbeinrudimentes, weil bei diesem Wal die Hüftbeinrudimente häufiger eine Knickung zeigen als bei den anderen Vertretern der Zahnwale.[123] (Fig. 53 und 54.)

Diese Knickung des Hüftbeinrudimentes liefert den Beweis, daß auch bei *Phocaena communis* zwei Beckenelemente an der Zusammensetzung des Knochens beteiligt sind, und zwar kann es sich in diesen

Die Hüftbeine zweier Braunfische (Phocaena communis Less.).

(Fig. 53 rechtes Hüftbein von oben, Fig. 54 linkes Hüftbein von unten gesehen.)

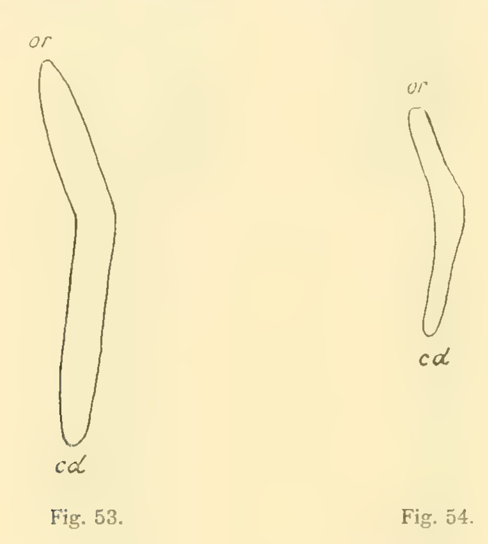


Fig. 53. Fig. 54.

Fig. 53. Alter: Erwachsenes Männchen. — Körperlänge: 119 *cm.* — Hüftbeinlänge: 7·5 *cm.* — Beschrieben und abgebildet: Knauff, Jenaische Zeitschr., 40, 1905, p. 255 ff., Taf. VII, Fig. 1. — Verkleinerung: $^3/_4$ der natürl. Gr.

Fig. 54. Alter: Junges Weibchen. (En troligen endast några få dagar gammal ♀, hvilken ertappades den 14 : de Juli år 1869.) Herkunft: Warberg, Kattegat. — Skelettlänge: 685 *mm.* — Hüftbeinlänge: 29 *mm.* — Beschrieben und abgebildet: A. W. Malm, Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869, p. 27—31, Taf. III, Fig. 20. — Natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen:

Or = orales, *cd* = caudales Ende.

beiden Elementen nur um das Ilium und Ischium handeln, da das Pubis keinesfalls mehr an der Bildung des Rudimentes teilnimmt.

Sehr auffallend ist die Formverschiedenheit zwischen den Hüftbeinrudimenten der Embryonen und der erwachsenen Tiere, worauf Knauff aufmerksam gemacht hat.[124]

An dem rechten Hüftbein eines Embryos sind an der lateralen Seite zwei Höcker wahrzunehmen, welche durch eine Einbuchtung voneinander getrennt sind, so daß der vordere, kürzere, breitere Abschnitt von dem hinteren, längeren, schmäleren deutlich geschieden ist.

Die Höcker sind an den beiderseitigen Hüftbeinen dieses von Knauff untersuchten Embryos[125] asymmetrisch ausgebildet; während bei dem rechtsseitigen der vordere Hüftbeinabschnitt kürzer ist als der hintere, ist bei dem linken das Gegenteil zu beobachten.

Es ist diese ungleichmäßige Längenentwicklung beider Abschnitte von besonderem Interesse, da dadurch erwiesen ist, daß die beiden Beckenknochenpaare in beiden Körperhälften verschieden stark reduziert sind.

Die Einschnürung zwischen beiden Hüftbeinabschnitten hat Knauff nicht nur an Embryonen von *Phocaena*, sondern auch an Embryonen von *Delphinus* und *Beluga* feststellen können.[126] Im erwachsenen Zustande zeigt das Hüftbein keine Einschnürung mehr.

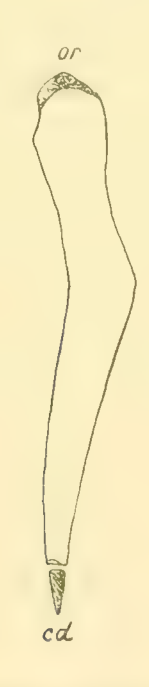
Knauff hat ganz richtig die morphologische Bedeutung dieser Einschnürung erkannt, hat sich aber dennoch der herrschenden Auffassung angeschlossen, nach welcher in den Hüftbeinen der Cetaceen nur die Ischia vertreten sind. Knauff sagt darüber folgendes: [127]

»Ob man berechtigt ist, in den Höckern, namentlich in dem proximal gelegenen, die Verbindungsstelle mit einem früher vorhanden gewesenen Ileum zu suchen oder gar die laterale Einbuchtung als Andeutung des Acetabulum anzusprechen, läßt sich nach den vorliegenden Befunden nicht entscheiden. Letzteres erscheint mir sehr zweifelhaft, denn sonst müßten wir in dem angelegten Beckenrudiment mehr sehen als bloß das Os ischii, welches bei Tieren mit vollständigem Becken doch nur den caudalen

Fig. 55.

Linkes Hüftbein von Lagenorhynchus albirostris Gray.

(Von unten gesehen.)



Alter: Junges Tier (♀). Herkunft: Bohusläns skärgård, Salöfjarden, Kattegat, 16. Sept. 1869. Original im naturhist. Mus. von Göteborg, Schweden. — Hüftbeinlänge: 70 *mm* (nach der Abbildung gemessen). — Beschrieben und abgebildet: A. W. Malm, Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869, p. 27—31, Taf. III, Fig. 23 (Malm gibt p. 101 an, daß Fig. 23 von der Außenseite abgebildet ist, es kann sich jedoch nur um die Darstellung von der Unterseite handeln). — Natürl. Gr.

Erklärung der Abkürzungen

or = orales, *cd* = caudales Ende.

Abschnitt des Acetabulum ausmacht, während die anderen Abschnitte vom Os ilei und Os acetabulare, beziehungsweise Os pubis gebildet werden. Mit mehr Wahrscheinlichkeit könnte man in den Höckern die Spina ischiadica und das Tuber ischii sowie in der Einbuchtung die Incisura ischiadica minor vermuten.«

Während bei jüngeren Individuen die Knickungsstelle ziemlich weit vorne zu liegen pflegt, rückt sie bei zunehmendem Alter des Tieres immer weiter nach hinten. Diese Verschiebung erklärt Knauff durch ein stärkeres Längenwachstum des Hüftbeinrudimentes am vorderen Ende.[128]

Wenn die Körperlage der Hüftbeinrudimente von *Phocaena communis* dieselbe wäre wie bei *Balaenoptera,* dann würde zweifellos der vordere Hüftbeinabschnitt dem Ilium und der hintere dem Ischium entsprechen.

Wenn dagegen die Körperlage der Hüftbeinrudimente bei *Phocaena* dieselbe wäre wie bei *Balaena,* dann würden wir in dem hinteren Abschnitt das Ilium und im vorderen das Ischium zu erblicken haben.

Es ist nicht zu leugnen, daß für diese letztere Annahme drei Argumente geltend gemacht werden könnten. Erstens liegt das caudale Ende des Hüftbeinrudimentes von *Phocaena* höher als das vordere.[129] Zweitens ist bei allen Cetaceenhüftbeinen, die sicher analysiert werden konnten, das Ilium länger als das Ischium und es ist nur eine einzige Ausnahme in den von Struthers beschriebenen Hüftbeinen eines halberwachsenen Buckelwals bekannt. Drittens gleicht das Hüftbeinrudiment von *Lagenorhynchus albirostris* Gray (Fig. 55), welches Malm abbildete,[130] in auffallender Weise den Hüftbeinen von *Balaenoptera borealis* Less., und zwar ähnelt der vordere Hüftbeinabschnitt von *Lagenorhynchus* sehr dem Ischium, der hintere Abschnitt aber dem Ilium dieser Balaenopteridenart. Auch die Längenverhältnisse beider Abschnitte sind annähernd dieselben.

Ein abschließendes Urteil kann in dieser Frage heute noch nicht gefällt werden. Sicher steht nur fest, daß auch das Hüftbeinelement von *Phocaena communis* Less., *Lagenorhynchus albirostris* Gray, *Beluga leucas* Pallas, *Delphinus delphio* L. und wahrscheinlich das aller anderen Odontoceten nicht aus einem, sondern aus zwei Hüftbeinelementen besteht, und zwar kann es sich, da das Pubis bestimmt fehlt, nur um das Ilium und Ischium handeln.

Zweifelhaft bleibt nur die Orientierung des Hüftbeinrudimentes und es ist zur Lösung dieser Frage eine Fortsetzung der vergleichend-anatomischen Untersuchungen dieser Hüftbeinrudimente notwendig.

V. Ergebnisse.

I. Die Grundform des Hüftbeins der Cetaceen.

Da die Cetaceen zweifellos von alteocänen terrestrischen Creodontiern abstammen, so ist der Ausgangspunkt für das Hüftbeinrudiment der Wale in einer Beckenform zu suchen, wie wir sie bei den alttertiären Raubtieren antreffen.

II. Der Beginn des Reduktionsprozesses im Cetaceenbecken.

Die Übernahme der Lokomotion durch die Schwanzflosse hatte bei den ältesten Cetaceen die allmähliche Außerdienststellung der hinteren Gliedmaßen und des Beckens zur Folge.

Die Verkümmerung der Gliedmaßen muß am distalen Ende begonnen haben und in proximaler Richtung fortgeschritten sein.

Die weiteren Stufen des Reduktionsprozesses müssen folgende gewesen sein:

1. Reduktion der funktionslos gewordenen Gelenkpfanne des Hüftbeins.

2. Verlust der vorderen Hüftlochspange infolge Reduktion von Pubis und Ischium.

3. Auflösung der Verbindung zwischen Hüftbein und Wirbelsäule.

III. Die verschiedenen Reduktionsgrade der Hinterextremität bei den lebenden Cetaceen.

1. (Primitivstes Stadium). Femur knöchern, mehr oder weniger pinnipedierähnlich, Caput femoris und Trochanter maior noch distinct; Tibia knöchern, distal zugespitzt. — Alle anderen Gliedmassenelemente fehlen, alle Gelenkverbindungen sind aufgehoben. (Sehr selten bei *Balaena mysticetus* L.)

2. Wie 1, aber Tibia knorpelig. (Vorherrschend bei *Balaena mysticetus* L.)

3. Wie 1, aber Tibia ligamentös. *(Eubalaena glacialis Bonat.)*

4. Femur knöchern, sanduhrförmig, keulenförmig, eiförmig oder irregulär; Tibia fehlt. *(Balaenoptera physalus* L., *Physeter macrocephalus* L., *Megaptera boops Fabr.)*

5. Femur knorpelig, keulenförmig; Tibia fehlt. *(Megaptera boops Fabr.)*

6. Femur knorpelig, zu einem kleinen eiförmigen Körper reduziert; Tibia fehlt. *(Balaenoptera physalus* L.)

IV. Die verschiedenen Reduktionsgrade des Hüftbeins bei den lebenden Cetaceen.

1. (Primitivstes Stadium.) Das Hüftbein besteht aus dem Ilium, Pubis und Ischium. Die stärkste Reduktion hat das Pubis erlitten, etwas weniger reduziert ist das Ischium; das Ilium hat seine ursprüngliche Gestalt am wenigsten verändert und ist das größte der drei Hüftbeinelemente. — Das Acetabulum ist aus seiner ursprünglichen Lage verschoben und liegt entweder auf dem stumpfen Ende des Pubisrudimentes oder oberhalb (proximal) oder unterhalb (distal) von demselben. *(Balaena mysticetus* L., *Eubalaena glacialis Bonat., Balaenoptera physalus* L., *Physeter macrocephalus* L.)

2. Wie 1, aber Pubis stärker reduziert. *(Balaena mysticetus* L., *Megaptera boops Fabr., Balaenoptera borealis Less., Physeter macrocephalus* L.)

3. Wie 1, aber Ischium stärker reduziert. *(Balaena mysticetus* L., *Balaenoptera physalus* L.)

4. Hüftbein nur aus Ilium und Ischium bestehend, Pubis vollständig verloren gegangen. Ursprüngliche Trennung von Ilium und Ischium nur durch die Knickung des Hüftbeinrudimentes angedeutet. *(Phocaena communis Less., Delphinus delphis* L., *Lagenorhynchus albirostris Gray, Beluga leucas Pall.)*

5. Wie 4, aber Ischium durch plumpere Form vom Ilium zu unterscheiden. *(Balaenoptera rostrata Fabr.)*

6. Hüftbeinrudiment aus Ilium und Ischium bestehend, aber die Grenzen beider Hüftbeinelemente infolge hochgradiger Reduktion der Knochen nicht mehr zu unterscheiden. *(Physeter macrocephalus* L., vorherrschend bei den Ziphiiden und den übrigen Zahnwalen.)

V. Die Körperlage der Beckenrudimente.

Die Hüftbeine liegen bei allen lebenden Cetaceen fast parallel zur Wirbelsäule und unterhalb derselben entweder frei im Körper oder sind durch ein Ligamentum suspensorium jederseits mit der Wirbelsäule verbunden. Mit Ausnahme der Balaeniden ist bei allen Walen das proximale Iliumende nach vorne, das distale Ischiumende nach hinten gerichtet; wenn das Pubisrudiment vorhanden ist, ist es nie nach innen, sondern stets nach außen gewendet.

Bei den Balaeniden sieht dagegen das proximale Iliumende nach hinten und das distale Ischiumende nach vorne.

VI. Der parallele Reduktionsprozeß des Beckengürtels bei den Cetaceen und Sirenen.

Da die Lokomotion bei den Cetaceen und Sirenen ausschließlich der Schwanzflosse zufällt, so sind in beiden Stämmen die Hintergliedmaßen und das Becken außer Funktion gesetzt und reduziert worden.

Der Reduktionsprozeß ist bei den Walen und bei den Halicoriden in parallelen Bahnen verlaufen. Wir haben gesehen, daß das Reduktionsstadium des Hüftbeins von *Halitherium* jenem von *Balaenoptera physalus, Balaena, Eubalaena, Megaptera* und *Physeter* in überraschender Weise gleicht; das Metaxytheriumstadium finden wir bei *Balaenoptera borealis* und *Physeter* wieder; bei *Phocaena* ist das Hüftbeinrudiment ebenso wie bei *Halicore* und *Rhytina* nur aus dem Ilium und Ischium zusammengesetzt.

Wir haben aber bei den Sirenen zwei divergent verlaufende Reduktionsprozesse des Beckens zu unterscheiden: bei den Halicoriden einerseits und den Manatiden anderseits. Für den zweiten Reduktionsprozeß, bei welchem alle Beckenelemente mit Ausnahme des Ischium reduziert wurden, finden wir bei den Walen kein Analogon.

Bei den Halicoriden vollzog sich die Reduktion des Beckens im Tertiär und die beiden quartären Gattungen *Halicore* und *Rhytina* besitzen bereits ein hochgradig reduziertes Hüftbein, an welchem nur sehr selten ein kümmerlicher Rest des Acetabulums wahrzunehmen ist.

Den Hüftbeintypus der obereocänen Halicoridengattung *Eosiren*, des oligocänen *Halitherium* und des miocänen *Metaxytherium* finden wir dagegen bei den lebenden Walen wieder. Da die Abzweigung der Sirenen von den terrestrischen Ungulaten und der Cetaceen von den terrestrischen Carnivoren fast genau in dieselbe Zeit fällt, so geht daraus hervor, daß der Reduktionsprozeß bei einzelnen Walen, wie bei *Balaena, Eubalaena* u. s. w. unterbrochen worden ist, da sonst bei diesen hochspezialisierten Typen nicht jene Reduktionsstadien anzutreffen wären, welche wir bei den palaeogenen und neogenen Halicoriden antreffen.

Die Unterbrechung des Reduktionsprozesses bei den Bartenwalen und bei *Physeter* dürfte dadurch zu erklären sein, daß die Hüftbeine ihre ursprüngliche Funktion zwar verloren, dafür aber eine neue Funktion übernommen haben. Die Beckenrudimente von *Balaena, Balaenoptera* u. s. w. dienen zur Anheftung mehrerer Muskeln und spielen somit noch eine wichtige Rolle im Gesamtorganismus. Dieser Funktionswechsel scheint die Ursache eines Stillstandes des Reduktionsprozesses zu sein.

Bei den Zahnwalen ist dagegen die Reduktion des Beckengürtels viel weiter vorgeschritten als bei den lebenden Sirenen.

Man darf den gleichartig verlaufenden Rückbildungsprozeß bei den Halicoriden und Cetaceen nicht als eine konvergente Anpassungserscheinung ansehen, wie sie uns etwa in der Flossenbildung bei den Ichthyosauriern und Delphinen entgegentritt, denn das Wesen der konvergenten Anpassung liegt in der homodynamen Funktion verschiedenartiger Organe. Es handelt sich hier um parallel verlaufende Reduktionsvorgänge derselben Organe, bedingt durch den Nichtgebrauch der Hinterextremitäten. Der Reduktionsprozeß des Hüftbeins bei den Halicoriden und Cetaceen einerseits und den Manatiden anderseits bietet uns dagegen ein Beispiel von divergent verlaufenden Reduktionsprozessen.

Es ist der Reduktionsprozeß des Beckengürtels bei den Halicoriden und Cetaceen ebenso ein parallel verlaufender Umbildungsprozeß, wie er uns in der Reduktion und Spezialisation der Extremitäten bei den arktogäischen Equiden und den neogäischen Proterotheriden entgegentritt. Auch hier können wir nicht von konvergenten Anpassungen sprechen.

Wenn auch im einzelnen Unterschiede zwischen den Hüftbeinrudimenten der Halicoriden und Cetaceen bestehen, so ist doch der Gesamtcharakter durchaus derselbe. Die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Beckenelemente verkümmern, ist in beiden Fällen die gleiche; zuerst verschwindet die vordere Hüftlochspange, das Pubis verkümmert, die Gelenkpfanne wird rudimentär, das Hüftbein nimmt die Gestalt eines langen schlanken Knochenstabes an und das Pubis verschwindet

gänzlich. Die Hinterextremität wird zuerst auf die Tibia und das Femur zurückgebildet, dann geht auch die Tibia verloren und es bleibt noch ein immer kleiner werdendes Femurrudiment zurück, bis endlich auch dieses verschwindet, ohne im erwachsenen Tier eine Spur der ehemaligen Hauptstützen des tetrapoden Körpers zurückzulassen.

Zum Schlusse spreche ich allen Herren, die durch Überlassung von Originalpräparaten, Zusendung von Photographien oder Skizzen und Mitteilungen meine Untersuchungen förderten, meinen verbindlichsten Dank aus. Zu besonderem Danke bin ich verpflichtet Herrn Professor Dr. L. Dollo in Brüssel, Dr. James A. Grieg in Bergen, Professor Dr. G. Guldberg in Christiania, Kustos Dr. L. v. Lorenz in Wien und Professor Dr. P. Matschie in Berlin.

VI. Anmerkungen.

[1] G. Guldberg. Über temporäre äußere Hinterflossen bei Delphinembryonen. — Verh. d. anat. Ges., 8. Versammlung in Straßburg am 13. bis 16. Mai 1894.

G. Guldberg und F. Nansen. On the Development and Structure of the Whale. Part I. — On the Development of the Dolphin. Bergen, 1894.

W. Kükenthal. Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren, II. Teil. — Denkschr. d. med. nat. Ges., Jena, III. Bd., 1893, p. 230, Taf. XIV, Fig. 2.

— Über Rudimente von Hinterflossen bei Embryonen von Walen. — Anat. Anz., X. Bd., Nr. 17.

[2] G. Guldberg. Neue Untersuchungen über die Rudimente von Hinterflossen und die Milchdrüsenanlage bei jungen Delphinembryonen. —Internat. Monatsschr. f. Anat. und Physiol., XVI. Bd., 1899, Heft 11/12.

[3] J. Struthers. On the Bones, Articulations, and Muscles of the Rudimentary Hind-Limb of the Greenland Right-Whale *(Balaena mysticetus)*. — Journ. of Anat. and Physiol., XV, London, 1881, p. 141 bis 174, 301 bis 321, Pl. XIV bis XVII.

Bei allen von Struthers untersuchten Exemplaren war die Tibia knorpelig (p. 160). Das gleiche war bei dem von P. J. Van Beneden beschriebenen Individuum (Bull. Acad. Belg., 37. année, 2e sér., T. XXV, Bruxelles 1868,p. 428) der Fall (Struthers, l. c., p. 141). — Ein knöchernes Tibiarudiment ist bis jetzt nur an einem Exemplar des Grönlandswals bobachtet worden (D. F. Eschricht und J. Reinhardt. Om Nordhvalen [*Balaena mysticetus* L.] navnlig med Hensyn til dens ydre og indre Saerkjender. — Kongel. Danske Vidensk. Selskabs Skrifter. — Femte Raekke, V. Bind, Kjöbenhavn 1861, p. 581 bis 584, Tab. II, Fig. 4. — Reprinted: Ray Society 1866).

[4] J. Struthers. On some Points in the Anatomy of a Megaptera longimana. — Journ. of Anat. and Physiol., London, XXII, 1887 bis 1888, p. 273, Pl. XII. — Das Femurrudiment war bei diesem Individuum knorpelig; bei dem von Eschricht untersuchten erwachsenen Tier war es »größtenteils verknöchert.« — *Megaptera boops* Fabr. = *M. longimana* = *M. nodosa*. Über die Synonymie vergl. W. Kükenthal. Die Wale der Arktis. Fauna Arctica, I, Jena 1900.

[5] W. H. Flower. P. Z. S., London 1865, Textfig. p. 704. — J. Struthers. On the Rudimentary Hind-Limb of a Great Fin-Whale *(Balaenoptera musculus)* in Comparison with those of the Humpback Whale and the Greenland Right-Whale. — Journ. of Anat. and Phys., XXVII, London 1893, p. 291 bis 335, pl. XVII bis XX. — Ibid., VI, 1871. — Yves Delage. Histoire du *Balaenoptera musculus* échoué sur la plage de Langrune. — Arch. de Zool. Expér. et Gén., 2e sér., T. III bis, Suppl., 1885, p. 62, Pl. XVI und XVIII. — Alle in den vorstehend genannten Abhandlungen beschriebenen Hüftbeine gehören nicht dem Blauwal *(Balaenoptera musculus* L.), sondern dem Finwal *(Balaenoptera physalus* L. = *B. musculus* auct.) an.

Eine neuerliche Untersuchung des im Wiener naturhistorischen Hofmuseum aufbewahrten Balaenopteraskelettes hat mir die Überzeugung verschafft, daß es sich auch bei diesem Exemplar um einen Finwal und nicht um einen Blauwal handelt, wie ich kürzlich angab (»Die Stammesgeschichte der Meeressäugetiere«, in: »Meereskunde«, I. Jahrg., 4. Heft, Berlin 1907, p. 33, Fig. 26). Das Wiener Exemplar besitzt leider keine Barten mehr, welche eine leichte Unterscheidung beider Arten gestatten und die Flossen sind unvollständig erhalten, was die Artunterscheidung gleichfalls sehr erschwert.

[6] O. Abel. Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs. — Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, XIX. Bd., 1904, Taf. VII, Fig. 6.

[7] O. Abel, l. c., Taf. VII, Fig. 11.

[8] L. v. Lorenz. Das Becken der Steller'schen Seekuh. — Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, XIX. Bd., 1904, 3. Heft, Taf. I, Fig. 6—7. — O. Abel, l. c., p. 196 bis 197.

[9] W. Rapp. Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. — Stuttgart und Tübingen, 1837, p. 76.

[10] H. Stannius. Beschreibung der Muskeln des Tümmlers *(Delphinus phocaena)*. — Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol., Berlin, 1849, p. 35 und 41.

[11] D. F. Eschricht og J. Reinhardt. Om Nordhvalen etc. — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrift., V, 1861. — Dieselben. On the Greenland Right-Whale, in Eschricht, Reinhardt, Lilljeborg, Recent Memoirs on the Cetacea. — Ray Soc., London 1866, p. 133—137, Pl. II, Fig. 4.

[12] T. H. Huxley. Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere (Deutsche Übersetzung von F. Ratzel), Breslau 1873, p. [illegible].

[13] J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XV, 1881, p. 148.

[14] W. Leche. Die Säugetiere. In: Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches, p. 589 bis 590.

[15] W. H. Flower. Einleitung in die Osteologie der Säugetiere, 1888, p. 296.

[16] A. W. Malm. Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869. — Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar, IX. Bd., 1870, Stockholm, 1871, p. 27 bis 31, Taf. III.

[17] S. H. Reynolds. The Vertebrate Skeleton. — Cambridge, Nat. Sci. Manuals, 1897, p. 514.

[18] M. Weber. Die Säugetiere. Jena, 1904, p. 559.

[19] P. Gervais et P. J. Van Beneden. Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles, Paris, 1880, p. 83 bis 84: »Ces os, d'après leurs rapports et non d'après leur forme, sont des ischions. On les trouve dans tous les Cétacés«. p. 23, 166, 384, 391, 465, 481, 568.

[20] Ibidem, p. 195. — Während Van Beneden auf p. 166 das Beckenrudiment von *Balaenoptera rostrata* dem Ischium gleichstellt, sagt er p. 195 ausdrücklich, daß das Hüftbein von *Balaenoptera musculus* (Finwal!) »correspond à l'iléon.« Und weiter: »Cet iléon est ordinairement allongé. . . «. P. Gervais nennt p. 325 das Hüftbein von *Physeter macrocephalus* ein »os iliaque«.

[21] Yves Delage. Histoire du *Balaenoptera musculus* etc., l. c., p. 65 bis 66.

[22] J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., VI, 1871, p. 107—125, Pl. VII, Fig. 3; ibidem, XV, 1881, p. 148.

[23] A. W. Malm hat es versucht, die Homologisierung des Hüftbeinrudimentes der Zahnwale mit dem Ischium des normalen Säugetierbeckens im einzelnen durchzuführen, ist aber in dieser Hinsicht zweifellos viel zu weit gegangen. Malm unterscheidet an dem Hüftbein von *Phocaena communis* (Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869, Taf. III, Fig 18, p. 101): »Försök till förklaring af benets olika partier:

1. Cavitas articularis ossis ischii.
2. Ytterligare föreningsställe med os ilium, ifall ett sådant ben förekommit hos dessa djurformer.
3. Excisura ischiatica.
4. Spina ischiatica; ligger invändigt.
5. Excisura ischiatica minor.
6. Tuber ischii.
7. Fäste för corpus cavernosum penis.
8. Margo interior rami ascendentis.
9. Excisura anterior.«

[24] P. Gervais et P. J. Van Beneden. Ostéographie des Cétacés, p. 23.

[25] Ibidem, p. 384 (Ziphius), p. 391 (Berardius), p. 465 (Platanista), p. 475 (Inia; »je ne connais pas l'ischion de ce Cétacé«), p. 481 (Pontoporia).

[26] Ibidem, p. 325.

[27] Ibidem, p. 166.

[28] Ibidem, p. 195. »Cet iléon est ordinairement allongé«.

[29] Weyhe. Übersicht der Säugetiere nach ihren Beckenformen (Zeitschr. f. d. ges. Naturw., XLV. Bd., neue Folge, XI. Bd., Berlin, 1875, p. 99 bis 102.

[30] Natürlich meint Weyhe das Darmbein, da ja die Bezeichnung »Hüftbein« nur auf die ganze Beckenhälfte angewendet zu werden pflegt.

[31] W. Vrolik. Over het Bekken van den Bruinvisch (Delphinus). — Tijdschrift voor de Wis-en Natuurkundige Wetenschappen. — Vierde Deel, Eerste Aflevering, Amsterdam, 1851, p. 73 bis 76.

> »Zoo mijne voorstelling juist is, zal hierdoor tevens blijken, dat de voorste helft der bekkenbenderen, het darmbeen, de achterste het zitbeen voorstelt, en dat de peesachtige strook, er tusschen in gelegen, met haren boog de schaambeenderen bij de Delphini vervangt, terwijl bij de *Balaenae* en *Balaenopterae* daarvoor twee dwarse beenstukken in de plaats komen« (p. 76).

[32] R. Owen. On the Anatomy of Vertebrates, Vol. II, London, 1866, p. 429.

[33] Weyhe. Zeitschr. f. d. ges. Naturw., 1875, p. 99 bis 100.

[34] C. W. Andrews. A descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fajûm, Egypt. — London, 1906, p. 119. »Nevertheless, the similarity of the two pelves is such that if that described by Abel is without doubt Sirenian (and it seems highly improbable that it is anything else), then it may fairly be suggested that *Moeritherium* and *Eotherium*, both occurring in the same region (the one the most primitive Proboscidean, the other occupying the same position with regard to the Sirenia), are in fact closely related, and had a common ancestor in early Tertiary times, probably in the Lower Eocene«. Vergl. die Textfig. p. 214.

[35] Die folgenden Ausführungen finden sich eingehender erörtert in »Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs«, Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien, XIX, 1904.

[36] Die obere Mokattamstufe wurde bisher in das obere Mitteleocän gestellt, ist aber nach den letzten Untersuchungen P. Oppenheim's jünger und repräsentiert das Obereocän in Ägypten. — P. Oppenheim. Zur Kenntnis alttertiärer Faunen in Ägypten, Palaeontographica, XXX, 1906. — E. Stromer. Geologische Beobachtungen im Fajûm und am unteren Niltale in Ägypten. Abh. d. Senckenberg. naturforsch. Ges., XXIX, 2. Heft, Frankfurt a. M., 1907, p. 135.

[37] O. Abel. Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs, p. 99 bis 100, Taf. VII, Fig. 4.

[38] Ibidem, p. 98 bis 99, Taf. VII, Fig. 3.

[39] L. v. Lorenz. Das Becken der Steller'schen Seekuh. Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, XIX. Bd., 1904, 3. Heft.

[40] Der indische und australische Dugong sind voneinander durch so unbedeutende Merkmale verschieden, daß für eine spezifische Trennung kein Grund vorliegt.

[41] O. Abel, l. c., p. 196, Taf. VII, Fig. 11. Dieses Individuum (Nr. 1360 des Stuttgarter Naturalienkabinetts, ♂) stammt aus dem Roten Meere und ist daher mit *Halicore tabernaculi* Rüpp. zu identifizieren.

[42] L. v. Lorenz, l. c., Taf. I, Fig. 6, p. 8. Das Original ist vor kurzem in das Eigentum des k. k. naturhistorischen Hofmuseums übergegangen.

[43] Diese Fläche ist 12·4 *mm* lang und 3·8 *mm* breit; das ganze Hüftbein ist 45 *cm* lang (Lorenz, l. c., p. 7).

[44] O. Abel, l. c., p. 197. — Lorenz spricht nur von einer Acetabularregion.

[45] Ich orientiere das Hüftbein anders als L. v. Lorenz, welcher den kürzeren Hüftbeinabschnitt mit dem Ilium und den längeren mit dem Ischium homologisiert. Da jedoch bei allen Halicoriden das Ilium länger ist als das Ischium, so dürfte dies auch bei *Rhytina* der Fall sein, welche ja dem Dugong sehr nahe steht. Dazu kommt, daß das Ilium in der Regel am proximalen Ende keulenartig verbreitert, das Ischium aber flacher ist. Das gleiche ist bei *Rhytina* der Fall, wenn wir den längeren Hüftbeinabschnitt mit dem Ilium homologisieren.

[46] L. v. Lorenz, l. c., p. 11. — O. Abel, l. c., p. 191.

[47] J. Struthers. On the Rudimentary Hind-Limb of a Great Fin-Whale *(Balaenoptera musculus)* in Comparison with those of the Humpback Whale and the Greenland Right-Whale. Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, London, 1893, p. 291, Pl. XVII bis XX. — On some Points in the Anatomy of a Great Fin-Whale *(Balaenoptera musculus)*. Ibidem, VI, 1871, pag. 107—125, Pl. VII, Fig. 3.

[48] W. H. Flower. Observations upon a Fin-Whale (*Physalus antiquorum* Gray), recently stranded in Pevensey Bay. P. Z. S., 1865, p. 704. — Derselbe. Sur le bassin et le fémur d'une Balénoptère. Bull. Acad. Belg., Bruxelles, 2e sér, T. XXI, p. 131—132.

[49] Yves Delage. Histoire du Balaenoptera musculus échoué sur la plage de Langrune. Arch. de Zool. Exp. et Gén., 2e sér., T. III bis, Suppl., 1885, p. 62, Pl. XVI, *d, e*; Pl. XVIII, Fig. 3—5.

[50] L. Camerano. Ricerche intorno alla struttura della mano e delle ossa pelviche nella *Balaenoptera musculus*. Atti R. Accad. Scienze di Torino. XXXII, Disp. 5a, Torino 1897, p. 318, Tav. I, Fig. 5.

[51] Für meine Untersuchungen standen mir beide Hüftbeine eines Finwals zu Gebote, welcher aus der Nordsee stammt und dessen Kadaver in Wien eine Zeitlang zur Schau gestellt war. Das Skelett befindet sich gegenwärtig im k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien. Eine rohe Skizze des linken Hüftbeines habe ich bereits in dem populären Vortrage über »die Stammesgeschichte der Meeressäugetiere«, in: »Meereskunde«, I. Jahrg., 4. Heft, Berlin, 1907, p. 33, Fig. 26, mitgeteilt. Ich konnte ferner im Berliner Museum für Naturkunde durch die freundliche Vermittlung von Prof. P. Matschie das Hüftbein eines Finwals vergleichen, welches von Svartnäs bei Vardö (Ost-Finmarken) stammt.

[52] W. H. Flower. P. Z. S., 1865, p. 704, Textfig.

[53] J. Struthers. Journ. of Anat and Physiol., VI, 1871 und XXVII, 1893.

[54] Yves Delage. Arch. de Zool. Expér. et Gén., III bis, Suppl., 1885.

[55] J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 297 bis 299, Pl. XVII bis XX.

[56] Nach einer brieflichen Mitteilung hat Herr Dr. James A. Grieg in Bergen dieselbe Stellung bei Embryonen von *Balaenoptera musculus* (Finwal) beobachtet. Grieg hebt in dieser Mitteilung hervor, daß die älteren Angaben über die Stellung des Femur beim Finwal fehlerhaft seien. Indessen scheint in diesem Punkte große Variabilität vorzuliegen.

[57] J. Struthers. Journal of Anat. and Physiol. XXVII, 1893, p. 295. »In this *B. musculus* the main part of the cartilage lies behind the promontory, on the under aspect of the bone, forming an ovoid elevation, like a broad almond, 1 to $1^1/_4$ inch in length, $^5/_8$ inch in breadth, about $^1/_6$ inch in thickness at the middle, less towards the edges, which are well marked. The outer edge is $^1/_8$ inch from the border of the bone, the bone here beginning to be excavated for the cartilage. On raising the cartilage from the bone, to which it adhered intimately, the bone is seen to present a well-marked though shallow fossa corresponding to the above-mentioned dimensions of the main part of the cartilage.«

58 J. J. Kaup. Beiträge zur näheren Kenntnis der urweltlichen Säugetiere, 2. Heft, Darmstadt 1855, Taf. VI, Fig. 8 (von Flonheim bei Mainz), Fig 9 (von Uffhofen).

59 R. Lepsius. *Halitherium* Schinzi, die fossile Sirene des Mainzer Beckens. Abh. d. mittelrhein. geol. Ver., I. Bd., Darmstadt, 1882 bis 1883, Taf. VII, Fig. 80 bis 82, 84, 85, p. 154 bis 158.

60 O. Abel. Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs, l. c., Taf. VII, Fig. 6 bis 10, p. 198 bis 199, 204 bis 208. — F. Krauß. Die Beckenknochen des surinamischen Manatus. Archiv f. Anat., Physiol. u. wiss. Medizin, Leipzig, 1872, p. 257 bis 292, Taf. IX—X.

61 O. Abel, l. c., Taf. VII, Fig. 11.

62 L. v. Lorenz. Das Becken der Steller'schen Seekuh, l. c., p. 3, Fig. 1. — O. Abel, l. c., p. 209, Fig. 26.

63 J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 294, Pl. XVII bis XIX.

64 J. Struthers, ibidem, Pl. XIX, Fig. 4 und 5.

65 L. v. Lorenz, l. c., p. 3, Fig. 1 (das an dem Sacralwirbel hängende Becken von hinten gesehen).

66 Yves Delage, Archiv. de Zool. Exp. et Gén., 2e sér., T. III bis, Suppl., Paris 1885, Pl. XVIII, Fig. 2. Delage hat in dieser Zeichnung einen Irrtum begangen, indem er die über der Beckenregion liegenden Wirbel verkehrt orientierte; nach dieser Zeichnung wären die Dornfortätze der Wirbel nach vorne und die Metapophysen nach hinten gerichtet. Selbstverständlich müssen die Metapophysen vorne liegen und die Neurapophysen nach hinten oben sehen.

67 Dies ist der Fall: 1. An den Hüftbeinen des Brüsseler Exemplars. 2. An dem von Struthers (Journ. of Anat. and Physiol., XV, 1881, Pl. XIV, Fig. 1) beschriebenen Exemplar.

68 J. Struthers, Journ. of Anat. and Physiol, XV, 1881, p. 151, gibt 145° als das Maximum der Winkelgröße an, welche er bei den ihm vorliegenden Exemplaren beobachten konnte.

69 Vergl. die von J. Struthers (ibidem, p. 146) mitgeteilten Maße. — Der Trochanter maior ist fast bei allen Femurrudimenten des Grönlandswals deutlich zu erkennen.

70 J. Struthers, ibidem, p. 168.

71 J. Struthers, ibidem, p. 149 bis 150.

72 Das im Musée d'Histoire nat. in Brüssel aufgestellte Skelett gehörte nach der ausdrücklichen Angabe von Eschricht und Reinhardt (Ray Society, 1866, p. 52) einem Männchen an.

73 Van Beneden sagt in seiner Mitteilung »De la composition du bassin des Cétacés« (Bull. Acad. Belg., 37. année, 2e sér., T. XXV, 1868, p. 428 bis 433) nichts über das Geschlecht des in Löwen aufgestellten Skelettes. Dagegen gibt er in der »Ostéographie« (p. 57) an, daß das Löwener Skelett einem Weibchen angehörte.

74 Der Ausdruck »Dorsalrand« ist hier in demselben Sinne gebraucht wie bei einem normalen Säugetierbecken.

75 P. J. Van Beneden, Bull. Acad. Belg., 1868, p. 432, Pl. I, Fig. 3.

76 D. F. Eschricht und J. Reinhardt. Recent Memoirs on the Cetacea. Ray Soc., 1866, Pl. II, Fig. 4.

77 J. Struthers. Journ. of. Anat. and Physiol., XV, 1881, Pl. XIV, Fig. 8.

78 — Ibidem, Pl. XIV, Fig. 1.

79 — » » XIV, » 3.

80 — » p. 145, Whale Nr. II, rechtes Hüftbein.

81 — » » 151.

82 D. F. Eschricht und J. Reinhardt, l. c., Pl. II, Fig. 4.

83 J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol, XV, 1881, p. 148.

84 D. F. Eschricht und J. Reinhardt, l. c., Pl. II, Fig, 1.

85 Die Phylogenie der Mystacoceten ist noch vollständig in Dunkel gehüllt. Wo sie nach unten anschließen, ist zur Zeit noch unbekannt; vielleicht stammen sie von Archaeoceten des Eocäns ab. Max Weber hebt mit Recht hervor, »daß die Trennung der Odontoceti und Mystacoceti eine tiefe ist und von langer Dauer.« (Die Säugetiere. Jena, 1904, p. 584). — W. Kükenthal hat seinerzeit die Ansicht ausgesprochen, daß Bartenwale und Zahnwale diphyletischen Ursprungs sind.

Die ältesten Bartenwale aus dem Miocän unterscheiden sich nur sehr wenig von den lebenden Furchenwalen, soweit wir bis heute über die osteologischen Charaktere dieser Formen unterrichtet sind. Indessen ist zu beachten, daß bei den Beschreibungen dieser älteren Bartenwale der morphogenetische Standpunkt bis jetzt stark in den Hintergrund gedrängt wurde und daß das Schwergewicht der palaeontologischen Studien über neogene Mystacoceten bisher in der Unterscheidung möglichst zahlreicher neuer Arten lag. Eine Revision des ganzen Materials von phylogenetischen Gesichtspunkten aus dürfte noch manche Aufklärung bringen. Jedenfalls läßt sich schon heute mit voller Bestimmtheit sagen, daß die Bartenwale zwar das Stadium eines polyodonten Wals durchlaufen haben müssen, daß aber ihre Entwicklung sich in ganz anderer Weise als bei den Zahnwalen vollzogen haben muß. Die ältesten *Mystacoceten* stehen den lebenden Furchenwalen in ihrer Gesamtorganisation sehr nahe. Furchenwale und Glattwale haben sich jeden-

falls in sehr früher Zeit getrennt und stellen selbständige Zweige dar, wie die Spezialisationskreuzungen beider Gruppen beweisen, die Balaenopteriden sind primitiv im Baue der Wirbelsäule und spezialisiert im Baue der Extremitäten, während sich zum Beispiel der Grönlandswal in diesen Merkmalen gerade umgekehrt verhält.

86 J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XV, 1881.

87 — Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893.

88 — » » » » » XV, 1881, p. 305.

89 D. F. Eschricht and J. Reinhardt. Ray Society, 1866, p. 135.

90 J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XV, 1881, p. 148.

91 Es scheint, daß die morphologische Bedeutung des Vorhandenseins von nur einem Ossifikationspunkte in einem Knorpel vielfach überschätzt wird. Es mag hier daran erinnert werden, daß der Unterkiefer der Säugetiere bis in die neueste Zeit allein dem Dentale des Reptilienunterkiefers gleichgesetzt wurde, obwohl aus neueren Untersuchungen immer klarer hervorgeht, daß die Säugetiere den Unterkiefer der niederen Tetrapoden in toto übernommen haben. In letzter Zeit sind mehrere Abhandlungen über diese Frage erschienen, von denen zu nennen sind:

K. v. Bardeleben. Über den Unterkiefer der Säugetiere. Sitzb. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 1905, p. 156.

O. Jaekel. Über die primäre Gliederung des Unterkiefers. Ebenda, 1905, p. 134.

L. Drüner. Über die Anatomie des Mittelohres beim Menschen und bei der Maus. Anat. Anz., XXIV, 1905.

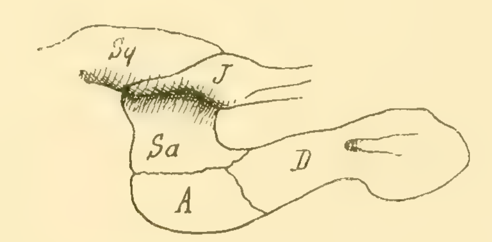
H. Fuchs. Bemerkungen über die Herkunft und Entwicklung der Gehörknöchelchen bei Kaninchenembryonen nebst Bemerkungen über die Entwicklung des Knorpelskelettes der beiden ersten Visceralbogen. — Arch. f. Anat. und Entwicklungsgesch., 1905, Suppl. Bd.

O. Jaekel. Über die Mundbildung der Wirbeltiere. Sitzb. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 1906, p. 28. — Von großer Wichtigkeit für die Entscheidung der Frage nach der Zusammensetzung des Unterkiefers der Säugetiere ist eine Beobachtung von J. Murie, der an dem Unterkiefer eines Manatusembryos aus dem Amsterdamer Museum drei Ossifikationszentren festgestellt hat. (J. Murie. On the Forme and Structure of the Manatee. Transact. Zool. Soc., London, VIII, 1874 (Part 3, 1873), p. 142: »Each half of the inferior maxillary bone apparently has had three centres of ossification, at least is suturally divided into three areas (1, 2, 3, Fig. 16) — namely, symphysial, angular and ascending ramal divisions. The sutural lines of demarcation spring triradially from the proximal end

Fig. 56.

Unterkiefer und Jochbogen eines Manatusembryos (Manatus latirostris Harl.)

Natürliche Größe.



Original im Museum des Zoologischen Gartens in Amsterdam. Beschrieben und abgebildet von J. Murie, Transactions Zool. Soc. London, VIII, Part 3, 1873, p. 142, Pl. XVI, Fig. 16.

Erklärung der Abkürzungen.

Sq — Squamosum. *J* — Jugale. *D* = Dentale. *A* = Angulare. *Sa* = Supraangulare.

of the body of the bone, and are pretty regular in their course, that across the ramus being the longest »(Taf. XXII, Fig. 16). Der vordere Abschnitt entspricht zweifellos dem Dentale, der untere wahrscheinlich dem Angulare und der Gelenkabschnitt wahrscheinlich dem Supraangulare.

Auch P. Albrecht hat in einer sonst ganz verfehlten Abhandlung (Über die cetoide Natur der Promammalia, Anat. Anz., 1886, I. Jahrg., p. 338) darauf hingewiesen, daß der Unterkiefer der Wale nicht aus dem Dentale allein besteht. Ich möchte bei dieser

Gelegenheit bemerken, daß das Auftreten von Zygapophysalgelenkverbindungen zwischen dem Atlas und Epistropheus bei den Cetaceen eine sekundäre Erscheinung und kein ererbtes primitives Merkmal ist. Es handelt sich hier um xenarthrale Gelenkverbindungen, die mit jenen der Reptilien nichts zu thun haben.

92 Das Ilium ist bei den Cetaceen am wenigsten reduziert. Das Hüftbein des neugeborenen Grönlandswals ist vollständig knorpelig.

93 L. v. Lorenz. Das Becken der Steller'schen Seekuh, l. c., p. 6, Taf. I, Fig. 5. Bei *Metaxytherium Krahuletzi* ist dieser Knochen gleichfalls vorhanden (O. Abel, l. c., p. 101 und 194, Taf. VII, Fig. 4).

94 J. Struthers. Journ. of. Anat. and Physiol., XV, 1881, p. 155.

95 »Les ligaments les plus importants du corps humain proviennent de la métamorphose ou de la regression des muscles, et de la dégénérescence des os ou des cartilages.« — L. Dollo. Le ligament rond du fémur. — Journal médical de Bruxelles, 1898, Nr. 10, 10 Mars 1898. — J. B. Sutton. Ligaments, their Nature and Morphology, London, 1887.

96 K. A. Rudolphi. Über *Balaena longimana.* — Abh. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1829, Berlin, 1832, p. 139. Taf. I, Fig. 5, T. IV. (Linker Beckenknochen in natürlicher Größe. Vorder- und Hinterende sind vertauscht; der Knochen ist nicht, wie Rudolphi angibt, von außen, sondern von oben gezeichnet.)

97 D. F. Eschricht. Zool. anat. physiol. Untersuchungen über die nordischen Walltiere, I. Bd., Leipzig, 1849, p. 136 bis 137, Fig. XLIII und XLIV.

98 J. Struthers. On some Points in the Anatomy of a *Megaptera longimana.* Journ. of Anat. and Physiol., XXII, 1881, p. 272 bis 277, Pl. XII.

99 D. F. Eschricht und J. Reinhardt. Om Nordhvalen. Kongl. Danske Vid. Selskabs Skrift. 5. Raekke. Kopenhagen, 1861. Ray Society 1866, p. 136.

100 J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 326. Pl. XX, Fig. 10.

101 — Journ. of Anat. and Physiol., XXII, 1888, p. 276. — Ibidem, XXVII, 1893, p. 316.

102 K. A. Rudolphi. Abh. d. königl. Akad. d. Wissensch., Berlin (für 1829), Berlin 1832.

103 J. Struthers. Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 323. Das erwachsene Tier erreicht eine Länge von 45—50 Fuß.

104 Ibidem, Pl. XX, Fig. 7, p. 325.

105 » » XX, » 9, p. 325.

106 Das rudimentäre Acetabulum scheint jedoch dafür zu sprechen, daß zuweilen noch Femurrudimente auftreten; es liegt hier ein analoger Fall vor wie bei dem Dugong des Roten Meeres (vgl. O. Abel, die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs, p. 196, Taf. VII, Fig. 11); das im Stuttgarter Naturalienkabinett aufbewahrte Skelett zeigt nur auf dem linken Hüftbein ein Acetabularrudiment, während es rechterseits fehlt. Ebenso ist bei *Manatus latirostris* Harl. das Acetabulum meistens asymmetrisch ausgebildet (O. Abel, l. c., Tabelle p. 198 bis 199).

107 K. A. Rudolphi. Einige naturhistorische Bemerkungen über *Balaena rostrata.* Abh. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus den Jahren 1820 bis 1821, Berlin, 1822, p. 32.

108 G. Cuvier. Recherches sur les Ossemens fossiles, V, 1, 1823, p. 385 bis 386.

109 K. A. Rudolphi. Über *Balaena longimana.* Abh. d. königl. Akad. d. Wissensch. in Berlin aus dem Jahre 1829, Berlin, 1832, p. 139.

110 D. F. Eschricht. Zool. anat. physiol. Untersuchungen über die nord. Walltiere, I, Leipzig, 1849, p. 136. — O. Abel. Die Sirenen der mediteranen Tertiärbildungen Österreichs, l. c., p. 95.

111 J. Struthers. Journ. of Anat, and Physiol., XXVII, 1893, p. 323, Pl. XX, Fig. 6.

112 Die Frage nach der Funktion des Oberschenkelknochens bei den Bartenwalen ist noch nicht befriedigend gelöst. Nach J. Struthers (Journ. of Anat. and Physiol., XXVII, 1893, p. 328) bei *Balaena mysticetus:* »The only funktion remaining was that of affording attachment to part of the anterior muscular mass in addition to that afforded by the beak of the pelvic bone.« Bei *Megaptera boops:* »Except as so far retained by these connections, the femur lay loosely and without any apparent funktion.« Bei *Balaenoptera physalus:* »The only funktion recognisable being that through the neighbouring muscles finding some attachment to it« (ibid., p. 329).

113 W. S. Wall. History and Description of the Skeleton of a New Sperm Whale, lately set up in the Australian Museum, Sydney, 1851 (im Jahre 1887 ist ein Neudruck veranstaltet worden), p. 32 bis 34, Pl. I, Fig. 4.

114 Die vier flachen Knochen, welche nach Wall (l. c., p. 56 bis 57, Pl. II, Fig. 6) das Becken von Kogia breviceps zusammensetzen, sind keinesfalls Beckenknochen. Dennoch kehrt die Angabe von dem Vorhandensein zweier Beckenknochenpaare bei diesem Wal in einer Abhandlung von R. Owen wieder: On Some Indian Cetacea collected by Walter Elliot, Esq.—Transact. Zool. Soc., London, VI, 1866, p. 43 (*Euphysetes simus* Owen = *Kogia breviceps* Blainv.).

115 W. H. Flower. On the Osteology of the Cachalot or Sperm-Whale (*Physeter macrocephalus*). Transact. Zool. Soc., London VI, 1869, p. 364.

[116] P. Gervais, in: P. Gervais und P. J. Van Beneden, Ostéographie des Cétacés, p. 325 und 353.

[117] W. H. Flower. On the Osteology of the Cachalot etc., p. 350. »In the Caithness specimen they are more massive and irregular in shape, and are completely ankylosed to the body of the vertebra. Their free extremities diverge from each other and project strongly backwards.«

[118] Das Hüftbeinrudiment des Bergener Exemplares ist rechts 32, links 32·7 *cm* lang, das Femurrudiment rechts und links 10 *cm* lang. — Nach Wall beträgt die Länge des Hüftbeins des Sydneyer Exemplars 8 Inches = 20·3 *cm*, die Länge des fraglichen kürzeren Knochens $3^3/_4$ Inches = 9·6 *cm*. Wenn dieser kurze Knochen wirklich das Femurrudiment repräsentiert, so würde er relativ länger sein als beim Bergener Skelett.

[119] W. H. Flower. On the Osteology of the Cachalot, etc., p. 365, Pl. LX, Fig 5 und 6.

[120] Ibidem, Pl. LX, Fig. 7 und 8. Die beiden Hüftbeine stammen von Pottwalen aus dem tasmanischen Meere.

[121] G. Pouchet et H. Beauregard. Recherches sur le Cachalot. Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle. — 3e sér., T. I, 1er fasc., Paris, 1889, p. 39, Pl. V, Fig. 10 (linkes Hüftbein eines Pottwalmännchens. Die Skelettlänge wird von Pouchet und Beauregard mit 13·30 *m* angegeben, »quand on rapproche les vertèbres jusqu' à se toucher« (l. c., p. 18); die Körperlänge war also bedeutend größer); p. 65, Pl. V., Fig 11 (Hüftbein eines Weibchens; Skelettlänge (p. 40): 8·75 *m*.)

[122] James A. Grieg. Bidrag til kjendskaben om *Mesoplodon bidens* Sow. — Bergens Museums Aarbog, 1904, Nr. 3, p. 34' Textfig. 13 (p. 35).

[123] Knauff. Über die Anatomie der Beckenregion beim Braunfisch (*Phocaena communis* Less). Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 40. Bd., Jena, 1905, p. 253, Taf. VII und VIII.

[124] Knauff, l. c., p. 262 bis 269.

[125] — l. c., p. 266 bis 267. Bei einem Foetus lag die Knickungsstelle 1·7 *cm* vom Vorderende und 2 *cm* vom Hinterende des Hüftbeins entfernt. Bei dem Hüftbein einer erwachsenen *Phocaena* (p. 258) betrug der vordere Abschnitt 3·6 *cm*, der hintere 4·2 *cm*. Bei einem erwachsenen Weibchen stand die Knickungsstelle 1·8 *cm* vom Vorderende und 4·4 *cm* vom Hinterende ab. — Die Hüftbeinrudimente divergieren nach hinten.

[126] — l. c., p. 266 bis 269, 312.

[127] — l. c., p. 269.

[128] — l. c., p. 273, 312.

[129] — l. c., p. 256. Das linke, 5·8 *cm* lange Hüftbein einer erwachsenen *Phocaena* lag mit seinem Hinterende 4 *cm*, mit seinem Vorderende 4·9 *cm* unter den Querfortsätzen der Wirbel. — Die Gesamtlänge des Hüftbeinrudimentes schwankt bei erwachsenen Phocaenen zwischen 5·8 und 8·1 *cm*.

[130] A. W. Malm. Hvaldjur i Sveriges Museer, år 1869. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 9, Nr. 2, Stockholm, 1871, p. 27 bis 31, Taf. III, Fig. 23.

VII. Verzeichnis der Textfiguren.

47. Linkes Hüftbein von *Physeter macrocephalus* L., ♂, von unten (Bergener Exemplar). — Femur in natürlicher Lage.
48. Linkes Hüftbein von *Physeter macrocephalus* L., ♂, *a* von außen, *b* von unten (Londoner Exemplar).
49. Lage des Hüftbeins unter der Wirbelsäule bei *Physeter macrocephalus* (Londoner Exemplar).
50. Die beiden Hüftbeine von *Physeter macrocephalus* L., ♂. — (Berliner Exemplar).
51. Die beiden Hüftbeine von *Physeter macrocephalus* L. — (Brüsseler Exemplar).
52. Die beiden Hüftbeine von *Mesoplodon bidens* Sow. — (Bergener Exemplar).
53. Rechtes Hüftbein von *Phocaena communis* Less., ♂ adult., von oben gesehen.
54. Linkes Hüftbein von *Phocaena communis* Less., ♀ juv. (Göteborger Exemplar), von unten gesehen.
55. Linkes Hüftbein von *Lagenorhynchus albirostris* Gray, ♀ juv. (Göteborger Exemplar), von unten gesehen.
56. Die drei Ossifikationszentren im Unterkiefer eines Manatusembryos (Amsterdamer Exemplar).

VIII. Inhaltsverzeichnis.



BOTANISCHE UND ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

EINER

WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSREISE NACH DEN SAMOA-INSELN, DEM NEUGUINEA-ARCHIPEL UND DEN SALOMONS-INSELN

VON

MÄRZ BIS DEZEMBER 1905.

VON

DR. KARL RECHINGER,
K. U. K. ASSISTENT AM NATURHISTORISCHEN HOFMUSEUM, WIEN.

I. TEIL.

BEARBEITUNG EINES TEILES DER BOTANISCHEN AUSBEUTE VON DEN SAMOA-INSELN UND DER HYMENOPTEREN UND FORMICIDEN SÄMTLICHER BEREISTER INSELN.

1. *Algae marinae* exklusive der Lithophyllen und Lithothamnien von T. Reinbold (Itzehoe).
2. *Lithophyllum* und *Lithothamnion* von M. Foslie (Trondhjem).
3. Fungi von F. v. Höhnel (Wien).
4. Lichenes (Die Flechten der Samoa-Inseln) von A. Zahlbruckner (Wien).
5. *Hepaticae* von F. Stephani (Leipzig),
6. *Gramineae* von E. Hackel (Unterach),
7. Hymenopteren von F. Kohl (Wien) [*Formicidae* von G. Mayr (Wien)].

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. JULI 1907.

Im Jahre 1905 unternahm ich in Begleitung meiner Frau eine wissenschaftliche Forschungs- und Sammelreise, welche von Wien (Mitte März) über Bremen, New-York, San Francisco nach den Hawaischen Inseln (Sandwich-Inseln) führte und von dort nach kürzerem Aufenthalt nach den Samoa-Inseln, wo ein viermonatlicher Aufenthalt genommen wurde (Mai bis August).

Die Reise wurde dann mit Berührung von Neuseeland und Australien nach der Insel Neupommern (Neuguinea-Archipel) fortgesetzt und von dort eine Bereisung der bisher botanisch unerforschten Salomons-Inseln Bougainville und Buka sowie der naheliegenden Shortlands-Insel Poperang unternommen.

Die Heimreise führte mit Berührung des Neuguineischen Festlandes über Hongkong, Singapore und Ceylon nach Europa zurück.

Die gesamten botanischen und zoologischen Ergebnisse meiner Reise sollen in mehreren Teilen in diesen »Denkschriften« erscheinen, und zwar nicht in systematischer Reihenfolge, sondern zwanglos nach Maßgabe der Vollendung der einzelnen Abschnitte durch die betreffenden Autoren.

Nur die Fische wurden schon im vergangenen Jahre von Herrn Hofrat Dr. F. Steindachner unter dem Titel »Zur Fischfauna der Samoa-Inseln« in den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 115, Abt. I (1906), p. 1369 bis 1425, publiziert.

Das gesamte botanische und zoologische Material, zum Teil in Alkohol, zum Teil trocken präpariert, befindet sich in den Sammlungen des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien.

Lebende Pflanzen, zumeist Orchideen, befinden sich in den Gewächshäusern des botanischen Gartens der k. k. Universität in Wien in Kultur.

Eine bedeutende Anzahl von Vegetationsbildern wurde photographisch aufgenommen und ein kleiner Teil derselben kommt in dem Werke: Karsten und Schenk, Vegetationsbilder, im 1. und 2. Hefte der 6. Reihe mit Erörterungen über pflanzengeographische Verhältnisse zur Publikation.

Der vorliegende 1. Teil der Publikation meiner Reiseergebnisse umfaßt die systematische Bearbeitung aller von mir gesammelten marinen Algen, der Pilze, Flechten, Lebermoose und Gräser der **Samoa-Inseln** sowie aller auf dieser Reise gesammelten Hymenopteren und Ameisen.

In die Bearbeitung der Meeresalgen wurden auch einige Funde von der pazifischen Küste Kaliforniens, den Sandwich- und Salomons-Inseln einbezogen.

Die systematische Bearbeitung der übrigen Pflanzen- und Tiergruppen sowie des übrigen im Neuguinea-Archipel gesammelten Materiales, ferner holzanatomische Untersuchungen sowie pflanzengeographische und biologische Beobachtungen sollen den Inhalt der weiteren Teile dieser Publikation bilden.

Die Standortsangaben sowie sonstige Bemerkungen sind so genau als möglich gehalten und so wie die fortlaufenden Kollektionsnummern in die systematische Bearbeitung aufgenommen.

Alle bisher von den betreffenden Gebieten nicht bekannten Arten wurden mit einem Sternchen * versehen.[1]

Allen, die zur Ausführung meiner Reise und der vorliegenden Publikation beigetragen haben, statte ich an dieser Stelle den wärmsten Dank ab.

In erster Linie danke ich dem hohen Oberstkämmereramte für Gewährung eines neunmonatlichen Urlaubes, Erwirkung von Empfehlungsschreiben an die maßgebenden Ämter und Persönlichkeiten an den zu besuchenden Orten sowie zollfreier Einfuhr der Sammelausrüstung und für eine Summe als Beitrag zu den Transportkosten.

Den beiden Herren kaiserlichen Gouverneuren der deutschen Schutzgebiete Samoa und Neuguinea, Dr. W. H. Solf und Dr. J. Hahl, ferner Herrn C. v. Vignau, seinerzeit Sekretär am kaiserlichen Gouvernement von Samoa, und Herrn Dr. E. Kraus, kaiserlichen Oberrichter in Herbertshöhe, spreche ich hier für ihre vielfachen und wertvollen Unterstützungen unserer Sammelexpeditionen in den betreffenden Gebieten meinen besonderen Dank aus.

Bei allen Mühsalen, die eine naturwissenschaftliche Reise in der Südsee mit sich bringt, war mir meine Frau Lily Rechinger, geborene Favarger, eine treue Gefährtin, besonders bei der Schwierigkeit, Pflanzen in tropischen Gebieten zweckmäßig zu sammeln und zu präparieren, und bei der großen Menge des zu bewältigenden Materiales war mir ihre aufopfernde und unermüdliche Hilfe von größter Bedeutung und es sei auch ihr an dieser Stelle mein innigster Dank ausgedrückt.

---

[1] Alle bis zum Jahre 1898 bekannten botanischen Funde auf den Samoa-Inseln wurden von Dr. F. Reinecke unter dem Titel »Flora der Samoa-Inseln« in Englers Bot. Jahrb., Bd. 23 und 25, zusammengefaßt.

Herrn Dr. Franz Ostermeyer in Wien danke ich für seine Hilfe bei der zeitraubenden Ordnung und Sichtung des mitgebrachten Materiales.

Für die Bearbeitung der betreffenden Abschnitte statte ich den Herren

F. Steindachner (Wien),
T. Reinbold (Itzehoe),
M. Foslie (Trondhjem),
F. v. Höhnel (Wien),
A. Zahlbruckner (Wien),
F. Stephani (Leipzig),
E. Hackel (Unterach),
F. Kohl (Wien),
G. Mayr (Wien)

meinen verbindlichsten Dank ab.

Herrn Kustos Dr. A. Zahlbruckner bin ich zu ganz besonderem Dank verpflichtet für seine eingehende, die ganze bis jetzt bekannte Flechtenflora der Samoa-Inseln umfassende Bearbeitung, welche nicht nur in systematischer, sondern auch in biologischer und pflanzengeographischer Beziehung wie für die Kenntnis der Lichenen der pazifischen Inseln überhaupt von grundlegender Bedeutung ist.

Außerdem danke ich für Bestimmung einer Pilzart Herren Prof. Bubák (Tabor).

Für die künstlerische Ausführung von Skizzen von Pilzen für eine Tafel danke ich der Frau P. Demelius (Wien), den Firmen A. Berger (Wien) und Husnik & Häusler (Prag) für die tadellose Herstellung der Tafeln in Farbendruck, und Herrn Custos F. Kohl (Wien) für die Zeichnung einer Tafel mit Hymenopteren-Analysen.

Wien, 1. Juli 1907, botanische Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums.

Dr. Karl **Rechinger.**

I. MEERESALGEN.

(Phycochromophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae exclusive der nicht articulierten Corallinaceae.)

[illegible]

Phycochromophyceae Rabenh.

Calothrix Ag.

[illegible]

[illegible]

Hormothamnion Grun.

[illegible]

[illegible]

Symploca Kg.

[illegible]

[illegible]

Lyngbya Ag.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Phormidium Kg.

[illegible]

[illegible]

Chlorophyceae

Ulva (L.) Wittr.

[illegible]

[illegible]

Enteromorpha Link.

[illegible]

Chaetomorpha Kg.

[illegible]

Rhizoclonium Kg.

[illegible]

Cladophora Kg.

[illegible]

* C. Rechingeri n. sp.

[illegible] *Aegagropila* fehlen.

[illegible]

Boodlea Murr. et De Toni.

* *B. Siamensis* Reinb. in Flora of Koh Chang in Botan. Tidsc., Vol. 24 (1901).

Syn.: *Cladophora (composita* var.?) *irregularis* Grun. (in Herb. Binder).

Samoa, Insel Upolu, Strand bei Vailele. 12. Juni. Nr. 5214.

Die vorliegende Pflanze zeigt im ganzen gleichmäßig längere Glieder als die typische, sie ist aber kaum als besondere Varietät oder Form aufzufassen, da die Art sehr variabel ist. Die oben zitierte Grunow'sche Pflanze (von Tonga-Inseln stammend) gehört meines Erachtens zweifellos zu *B. siamensis,* die im tropischen Indischen und Stillen Ozean ziemlich verbreitet zu sein scheint.

Dictyosphaeria Dcne.

* *D. favulosa* (Mert.?) Dcne.; De Toni, Syll., I, p. 371.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia. Juli. Nr. 5204.

Codium Stackh.

C. tomentosum (Huds.) Stackh.; De Toni, Syll., I, p. 491.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu. Bucht von Waikiki bei Honolulu. April. Nr. 2014.

Von Samoa (Apia) liegt ein kleines Fragment vor, Nr. 5203, von dem es mir zweifelhaft erscheint ob es zu *C. tomentosum* oder zu *C. Muelleri* Kg. zu rechnen.

Avrainivillea Dcne.

* *A. comosa* (Bail. et Harv.) Murr. et Bood.; De Toni, Syll., I., p. 515.

Samoa, Insel Upolu, bei Apia. An der äußeren Riffkante in dichten, kleinen, dunkelgrünen Rasen. Bei Flut in der Brandung, bei Ebbe fast im Trocknen. Nr. 5201.

Cryptog. exsiccatae edit. a Mus. Palat. Vindobon. Nr. 1349.

Udotea Lamx.

* *U. argentea* Zan.?; De Toni, Syll., I, p. 511.

Insel Neupommern, Strand bei Matupi. 12. September. Nr. 4228.

Die Alge stimmt von allen bisher bekannten Arten am besten mit obiger sowohl nach Habitus wie Struktur. Da mir ein Originalexemplar nicht bekannt, muß ich die Bestimmung immerhin als nicht ganz sicher bezeichnen.

Halimeda Lamx.

H. opuntia (L.) Lamx.; De Toni, Syll., I, p. 522.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia sehr häufig. Mai. Nr. 5111.

Salomons-Inseln, Insel Bougainville, Bucht von Kieta. 22. September. Nr. 5043.

Caulerpa Lamx.

C. racemosa (Forsk.) Web. v. Bosse, Caulerpa, p. 357, var. *clavifera.*

Samoa, Insel Upolu, Riff bei Laulii. 15. Juni. Nr. 5202.

* *C. sedoides* (Turn.) Ag.; Web. v. Bosse ibid. p. 387, f. *crassicaulis.*

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. Juli. Nr. 5225.

Phaeophyceae.

Turbinaria Lamx.

T. conoides Kg.; De Toni, Syll., III, p. 126.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Vailele sehr häufig. 12. Juni. Nr. 5079.

T. ornata J. Ag.; De Toni, Syll., III, p. 128.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Vailele. 12. Juni. Nr. 4598.

Sehr kleines, aber zweifelloses Fragment!

Sargassum Ag.

S. polyphyllum J. Ag.; De Toni, Syll., III, p. 85.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu. Bucht von Waikiki bei Honolulu. April. Nr. 5219.

Steriler Basalteil, daher nicht absolut sicher, aber doch sehr wahrscheinlich. Die Art ist auf den Sandwich-Inseln sehr gewöhnlich.

* *S. coriifolium* J. Ag.; De Toni, Syll., III, p. 66 (*S. cinctum* var. *lanceolatum* Grun).

Samoa, Insel Upolu, Meeresstrand bei Vailele. 12. Juni. Nr. 855.

Steril, daher nicht mit voller Sicherheit zu bestimmen; vielleicht *S. cinctum* var. *lanceolatum* Grun. Beide Arten sind nicht leicht zu unterscheiden.

S. crassifolium J. Ag.; De Toni, Syll., III, p. 49.

Salomons-Inseln, Insel Bougainville. September. Nr. 4548, 1795.

Ältere und jüngere Teile einer fertilen Pflanze, die ich dieser seltenen und wenig bekannten Art unbedenklich zurechne und das um so mehr, als sie in der Nachbarschaft der Salomons-Inseln, bei Neu-irland früher gefunden ist. Die Diagnose bei J. Agardh stimmt auf unsere Pflanze, abgesehen von den kleinen Abweichungen, die ich hier bei der bekannten Variabilität der Sargassen überhanpt zulassen muß.

Ob *S. crassifolium* von *S. duplicatum* J. Ag. scharf zu trennen ist, möchte meines Erachtens sehr fraglich sein.

S. echinocarpum J. Ag. (non aliorum); De Toni, Syll., III, p. 46.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2007.

Cutleria Grev. sp.?

Samoa, Insel Upolu. Korallenriff bei Apia. August. Nr. 5098.

Steril! *Aglaozonia*-Stadium! Wahrscheinlich zu *Cutleria multifida* var.? *pacifica* Grun. gehörig, die Grunow von Upolu angibt.

Padina Adans.

* *P. Commersonii* Bory; De Toni, Syll., III, p. 244.

Samoa, Insel Upolu, Strand bei Vailele. 12. Juni. Nr. 5212.

P. Durvillei Bory; De Toni, Syll., III, p. 245.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2000, 5080, 5082.

Haliseris Targ-Tozz.

H. plagiogramma Mont.; De Toni, Syll., III, p. 258.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu. am Strand von Waikiki bei Honolulu. April. Nr. 5215, 5083.

Es fand sich auch von demselben Standort ein Fragment einer *Haliseris,* welches vermutlich zu *H. Muelleri* Sond. zu rechnen sein dürfte.

Dictyota Lamx.

D. acutiloba J. Ag.; De Toni, Syll., III, p. 278.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2006.

Eine Form, die sich *D. divaricata* nähert.

D. Sandwicensis J. Ag. (an Sonder et Kg.?); De Toni, Syll., III, p. 269.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 5216.

Rhodophyceae.

Galaxaura Lamx.

* *G. fragilis* (Lamk.) Kg.; De Toni, Syll., IV, p. 112.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 5129.

Samoa, Insel Upolu, Korallenriff bei Apia. August. Nr. 2769.

Das Material von Hawaii war so fragmentarisch und zerbrochen, daß die Bestimmung eine zweifelhafte ist, dasjenige von Samoa war für die Untersuchung günstiger; es stimmt recht gut zu Exemplaren, welche ich aus dem Roten Meer habe, der Habitus weist aber andererseits etwas auf *G. fastigiata* Dcne. hin.

Actinotrichia Dcne.

A. rigida (Lamx.) Dcne.; De Toni, Syll., IV, p. 117.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia. August, Mai. Nr. 5094, 5128.

Die Pflanzen zeigten zum Teil evident die charakteristischen Wirtel von Haaren, zum Teil waren sie von diesen entblößt. In Bezug auf die Bekleidung durch die Haarbüschel scheint die Pflanze sehr zu variieren.

Liagora Lamx.

L. fragilis Zan.; De Toni, Syll., IV, p. 97.

Samoa, Insel Upolu, Riff bei Apia. Juli. Nr. 3380.

Ähnlich der *L. subarticulata* Grun. (Alg. Fidschi-Inseln von Ovalau), die Grunow selbst als der *L. fragilis* sehr nahestehend, vielleicht auch nur als Varietät derselben ansieht.

Gelidium Lamx.

* *G. crinale* (Turn.) Lamx.; De Toni, Syll., IV, p. 146.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. Juni. Nr. 5093, 5107, 5114, 5115.

Unter dem Material befindet sich eine Form, die der var. *perpusillum* Grun. et Picc. ähnlich ist und im Habitus *Acrocarpus intricatus* und *A. delicatulus* Kg., Tab. Phyc., XVIII, t. 35, gleicht.

G. Samoense n. sp.

Diagnose: Kleine, 1 bis 3 *cm* hohe Pflänzchen, dichte und durch Zusammenwachsen der Äste schwer entwirrbare Rasen bildend, Thallus an der Basis etwas rundlich, dann aber abgeflacht (bis zu 2 *mm* breit), unregelmäßig verzweigt, hie und da mit Proliferationen besetzt, die Äste einfach oder wiederum geteilt und im oberen Teil der Pflanze zuweilen unregelmäßig gefiedert und auch wohl aus den Spitzen proliferierend.

Tetrasporen in der Mitte kleiner Fiedern gehäuft. Substanz hornig.

Die Art dürfte als gut charakterisiert anzusehen sein! Eine gewisse Ähnlichkeit bezüglich des Habitus besteht mit *Acrocarpus pulvinatus* Kg., Tab. Phyc., XVIII, t. 37, jedoch ist unsere Pflanze wesentlich derber und ansehnlicher, besitzt auch keinen kriechenden Hauptstamm wie jene und zeichnet sich durch die feste Verwachsung der Zweige aus. Insofern hat sie Ähnlichkeit mit *Gelidium pannosum* Grun. (von Samoa), einer Pflanze, welche später zu *Gelidiopsis* übergeführt ist; im übrigen ist eine Identifizierung beider ausgeschlossen. Eine entfernte Ähnlichkeit im Habitus weist unsere Pflanze auch mit *Sphaerococcus angustifolius* Kg., Tab. Phyc., XVIII, t. 99 (e Nova Caledonia), auf — der dort abgebildete Querschnitt läßt fast auf ein *Gelidium* schließen — aber an eine Identifizierung ist meines Erachtens auch hier nicht zu denken.

Die Verzweigung unserer Art ist eine sehr wechselnde und umso unregelmäßigere, als nicht selten Proliferationen aus den Rändern, besonders häufig auch aus der Spitze, seltener aus den Flächen der Segmente entspringen.

Diese selbst wechseln vielfach in der Breite und zeigen häufig unregelmäßige Ränder.

Die feste Verwachsung der Äste einer Pflanze, respektive verschiedener Pflanzen untereinander findet oft schon in den unteren Teilen statt; zudem legen zuweilen einige untere Segmente sich nieder und heften sich dem Substrat an. Hiedurch werden die Rasen häufig zu so kompakten Massen, daß einzelne Pflanzen unbeschädigt herauszupräparieren die größten Schwierigkeiten verursacht.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia. August. Nr. 5199.

Gracilaria Grev.

G. coronipifolia J. Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 434.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 1997.

G. lichenoides (L.) Harv.; De Toni, Syll., IV, p. 430.

Samoa, Insel Upolu, am Strand bei Apia. Juni. Nr. 3249.

Fragmente, mit verschiedenen anderen Algen vermischt.

Hypnea Lamx.

H. divaricata Grev.; De Toni, Syll., IV, p. 478.

Samoa, Insel Upolu, am Strand bei Vailele. 12. Juni. Nr. 5207.

H. nidifica J. Ag.? De Toni, Syll., IV, p. 479.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2011*a*.

Eine wenig kompakte Form, an *H. vaga* Kg., Tab. Phyc., XVIII, t. 23 (e Nova Caledonia), erinnernd und vielleicht dahin gehörend.

Ahnfeldtia Fr.

A. concinna J. Ag., De Toni, Syll., IV, p. 256.

Sandwich-Inseln, Insel Hawaii, auf Lavablöcken im Meere bei Hilo in der Brandung. 26. April. Nr. 2522, 2565.

In lebendem Zustande gelb.

Champia Desv.

C. parvula (Ag.) J. Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 558.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2012.

Amansia Lamx.

A. glomerata Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 1086.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 1999.

Laurencia Lamx.

L. obtusa (Huds.) Lamx.; De Toni, Syll., IV, p. 791.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. August. Nr. 5200.

Form zwischen var. *gracilis* Kg. und var. *squarrulosa* Grun. stehend und auch etwas an *L. microcladioides* Kg. erinnernd.

Var. *rigidula* Grun.

Samoa, auf den Uferfelsen bei der schmalen Einfahrt der Bucht der Insel Apolima. 15. Juni. Nr. 183

* *L. dendroidea* J. Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 787.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 1998.

Polysiphonia Grev.

P. corymbosa J. Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 881.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2008, 2011*b*.

Ich kann die vorliegende Alge nur als eine robuste Form dieser von Ceylon bekannten Art ansehen. Sie ähnelt in mancher Beziehung der *P. (Streblocladia) camptoclada* sowie auch wohl der *P. ferulacea*. Charakteristisch sind die »apices ramulorum subforcipati«.

Eine ähnliche Pflanze ist *P. polyphysa* Kg., Tab. Phyc., XIII, p. 20, t. 62, der allerdings Kützing 5 Siphonen zuschreibt.

Lophosiphonia Falkbg.

L? calothrix (Harv.); De Toni, Syll., IV, p. 1071. — *Polysiphonia calothrix* Harv.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. Nr. 5210.

Ceramium Ag.

C. fastigiatum Harv.; De Toni, Syll., IV, p. 1448.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Bucht von Waikiki bei Honolulu. April. Nr. 2005*b*.

C. clavulatum Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 1491.

Samoa, Insel Upolu, Riff bei Apia. August. Nr. 296.

Griffithsia Ag.

G. thyrsigera (Thait) Harv.; De Toni, Syll., IV, p. 1286.

Sandwich-Inseln, Insel Oahu, Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2005 *a*.

Antithamnion Naeg.

A. pteroton (Schousb.) Born.? De Toni, Syll. IV, p. 1399.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. August. Nr. 5208.

Kleines Fragment, welches aber recht gut zu der Beschreibung und Abbildung in Bornet, Algues de Schousboe, stimmt. Immerhin ist die Bestimmung nicht absolut sicher.

Halymenia Ag.

H. Durvillei Bory; De Toni, Syll., IV, p. 1539.

Samoa, Insel Upolu, Riff bei Matautu. Juli. Nr. 1795.

Stark zerteilte Form, der *H. formosa* sich nähernd.

Peyssonnellia Dcnc.

* *P. rubra* (Grev.) J. Ag.; De Toni, Syll., IV, p. 1696.

Samoa, Insel Upolu, Korallenriff bei Apia. August. Nr. 5208.

Steril, der Struktur nach zu obiger Art gehörend, deren Vorkommen in den tropischen Meeren von einigen Algologen bestritten, von anderen bejaht wird.

Amphiroa Lamx.

A. tribulus (Ell. et Sol.) Lamx.; De Toni, Syll., IV, p. 1812, f. *minor, gracilior* Grun., Alg. Fidschi-Inseln.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia. Juli. Nr. 5118, 2765.

Grunow l. c. führt bereits diese Form von Upolu an.

Cheilosporum Aresch.

* *C. spectabile* Harv.; De Toni, Syll., IV, p. 1826.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Apia. Juni. Nr. 5217.

Corallina Lamx.

* *C. granifera* Ell. et Soll.; De Toni, Syll., IV, p. 1845. — *C. virgata* Zan.

Samoa, Insel Upolu. Nr. 2170.

Wohl eine Form dieser ziemlich variablen Art. Die Conceptakel fand ich größtenteils ungehörnt.

Sandwich-Inseln. Waikiki-Bucht bei Honolulu. April. Nr. 2010.

(Keramidiis plerumque ecorniculatis.)

C. tenella (Kg.) Heydr.; De Toni, Syll., IV, p. 1836.

Samoa, Insel Upolu, Strand bei Vailele. 12. Juni. Nr. 5218.

Auf *Sargassum!*

* *C. pumila* (Lamx.) Kg.; De Toni, Syll., IV, p. 1836.

Samoa, Insel Upolu, auf dem Riff bei Apia. Juli. Nr. 5226.

Auf *Amphiroa tribulus!*

Liste der »Algae marinae«, nach den Fundorten geordnet.

(† = bisher nicht bekannt von den betreffenden Standorten.)

Samoa.

Amphiroa tribulus.
† *Cheilosporum spectabile.*
† *Corallina granifera.*
» *tenella.*
† » *pumila.*
† *Peyssonnellia rubra.*
Halymenia Durvillei.
† *Antithamnion pterotou.*
Ceramium clavulatum.
Laurencia obtusa var.
Lophosiphonia calothrix.
Hypnea divaricata.
Gracilaria lichenoides.
† *Gelidium samoense* n. sp.
† » *crinale.*
Liagora fragilis.
† *Galaxaura fragilis.*
Actinotrichia rigida.
† *Padina Commersonii.*
† *Sargassum coriifolium.*

Cutleria sp.?
Turbinaria conoides.
» *ornata.*
Caulerpa racemosa.
» var. *clavifera.*
† » *sedoides* var.
Halimeda opuntia.
† *Dictyosphaeria favulosa.*
† *Avrainvillea comosa.*
† *Boodlea siamensis.*
† *Cladophora nitidula.*
† *subsimplex.*
† » *Rechingeri* n. sp.
† *Enteromorpha prolifera.*
† *Chaetomorpha tortuosa.*
† *Calothrix crustacea.*
† *Hormothamnion enteromorphoides.*
† *Symploca hydnoides.*
Lyngbya majuscula.
† » *sordida.*
† *Phormidium autumnale.*

Sandwich-Inseln.

† *Corallina granifera.*
† *Griffithsia thyrsigera.*
† *Ceramium fastigiatum.*
† *Champia parvula.*
Amansia glomerata.
† *Laurencia dendroidea.*
† *Polysiphonia corymbosa.*
Ahnfeldtia concinna.
Hypnea nidifica.
Gracilaria coronipifolia.
† *Galaxaura fragilis.*
Dictyota acutiloba.
» *Sandwicensis.*
Haliseris plagiogramma.
† *Padina Durvillei.*
Sargassum polyphyllum.
» *echinocarpum.*
Codium tomentosum.
Ulva fasciata.
† *Chaetomorpha fibrosa.*

Salomons-Inseln.

† *Rhizoclonium angustatum.*
† *Sargassum crassifolium.*
† *Halimeda opuntia.*
† *Lyngbya maiuscula.*

Insel Neupommern.

† *Udotea argentea?*

II. CORALLINACEAE.[1]

Bearbeitet von Kustos M. Foslie (Trondhjem.)

Sandwich-Inseln.

Archaeolithothamnion Rothpl..

* *Archaeolithothamnion erythraeum* (Rothpl.) Fosl., Rev. Syst. Surv. Melobes. (1900), p. 8.
Insel Oahu, in der Bucht von Waikiki am Meeresstrand. April. Nr. 5228.

Goniolithon Fosl.

Goniolithon (Hydrolithon) Reinboldi A. Web. et Fosl., Corallin. Siboga Exped., LXI (1904), p. 49, Fig. 21, Plat. X, Fig. 1—6; De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4 (1905), p. 1801.
Insel Oahu, in der Bucht von Waikiki am Meeresstrand. April. Nr. 5229.

Kalifornien.

Archaeolithothamnion Rothpl.

* ***Archaeolithothamnion zonatosporum*** Fosl. n. sp., in Algologiske Notiser II. in Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter (1906), p. 14.

Thallus danner uregelmaessige, sildels over hiuanden voksende skorper med vorteformige eller korte gresslignende, ofte knudrede, taetstaaende udvekster 4—8 *mm* i diameter; sporangie-rum zone formig firdelte, 60—90 μ lange, 30—40 μ brede.

Af denne art kjendes kun et enkelt eksemplar, som er faestet til et koralstykke, 6 *cm* langt, 4 *cm* bredt og indtil ca. 2 *cm* tykt. Habituelt viser det stor lighed med visse former af *Arch. erythraeum.* I tversnit er perithalcellerne subkvadratiske eller for det meste vertikalt, undertiden lidt horizontalt forlaengede, 7—14 μ lange og 7—11 μ brede. Smaa intermediaere celler forekommer i stort antal.

Af reproductionsorganer har jeg kun seet firdelte sporangierum over voksede af thallus; men sporangierne er sand synligvis agsaa firdelte. I denne henseede afviger arten fra alle hidtil kjendte arter af *Archaeolithothamnion*, idet sporangierummene hos disse er udelte.

»Long beach« bei Los Angelos am Strande. Nr. 5130.

Samoanische Inseln.

Archaeolithothamnion Rothpl.

* *Archaeolithothamnion erythraeum* (Rothpl.) Fosl., Rev. Syst. Melobes., p. 8 (1900).
Insel Upolu, Korallenriff vor Apia. Nr. 5100 pro parte.

---

[1] Nicht artikulierte; die artikulierten siehe sub I.

Goniolithon Fosl.

Goniolithon (Eugoniolithon) laccadivicum Fosl., Siboga Expedit. Corallineae, LXI, p. 51 (1904); De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4, p. 1798 (1905).

Insel Upolu, Korallenriff vor Apia. Nr. 5100 pro parte.

Goniolithon (Eugoniolithon) frutescens Fosl., Calc. Algae from Funafuti (1900), p. 9; De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4 (1905), p. 1799.

Insel Upolu, auf dem Korallenriff bei Mulinuu. Nr. 5095.

Goniolithon (Hydrolithon) Reinboldi A. Web. et Fosl., Three new Lithoth. (1901), p. 5; De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4 (1905), p. 1801.

Insel Upolu, Korallenriff vor Apia. Nr. 5110 pro parte, Nr. 5114, 5115 pro parte.

Lithophyllum Phil.

* ***Lithophyllum Samoense*** Fosl. n. sp. Algologiske Notiser II. in kgl. Videnskabers Selskabs Skrifter Trondjhem (1906), p. 20.

Thallus danner tilslut sammenflydende skorper af ubestemt udstraekning paa stene, 0·1—0·5 *mm* tykke med krennleret eller uregelmaessig kant; sporangie (?) konceptakler syagt konvekse, 120 (100)—200 μ i diameter; sporangier ukjendte.

Graensen mellem de sammenflydende skorper markeres ofte ved lave aaser. I et vertikalsnit er hypothalliet svagt udviklet, og cellerne løber i korte buer opad, 7—18 μ lange og 5—7 μ brede; perithalcellerne er dels subkvadratiske, 5—7 μ i diameter, dels svagt horizontalt eller svagt vertikalt forlaengede, 6—7 μ lange og 5—6 μ brede.

Arten synes at vaere naermest forbunden med L. Yendoi, men skiller sig fra denne ved for det meste mindre celler og mindre konceptakler.

Insel Savaii, am Strande bei Sataua. Nr. 5120, 5122, 5123, 5124.

* *Lithophyllum (Eulithophyllum) Kaiserii* Heydr., Melob. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., Vol. 15 (1897), p. 412; Heydr. Corall. insbes *Melobesieae* in Ber. d. deutsch. bot. Ges., Vol. 15 (1897), p. 64, tab. III, Fig. 8, 12, 13; Foslie, Rev. Syst. Surv. of Melobes. (1900), p. 17; De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4, p. 1779, f. *orana*.

Insel Upolu, Korallenriff vor Apia. Nr. 5117.

Mastophora Decne..

* *Mastophora (Lithoporella) melobesioides* Fosl., Siboga Expedit., LXI, p. 73, Fig. 30—32 (1904); De Toni, Syll. Alg., Vol. IV, 4 (1905), p. 1777.

Insel Upolu, auf dem Korallenriff vor Apia. Nr. 5115 partim.

III. FUNGI.

Bearbeitet zum größten Teil von Dr. Franz Ritter v. Höhnel, Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

(Mit Tafel I.)

Die Untersuchung ergab 83 resp. 89 bestimmbare Pilze, von denen sich 19 resp. 20 als neue Arten erwiesen. Neue Gattungen fanden sich nicht vor. Die Arten verteilen sich folgendermaßen auf die Hauptfamilien: 1 Ustilaginee, 5 Uredinee, 2 Auriculariaceen, 1 Tremellacee, 44 Eubasidiomyceten, 23 Pyrenomyceten, 1 Hysteriacee, 4 Sphäropsideen, 1 Melanconiee und 2 Hyphomyceten.

Mit Ausnahme des zuerst angeführten Exemplares der *Graphiola Phoenicis* stammen alle Arten von den Samoa-Inseln.

Die Beschreibungen der neuen Arten finden sich in meinen Fragmenten zur Mykologie, III, in den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, 1907.

Ustilagineae.

Graphiola Poit.

Graphiola Phoenicis (Moug.) Poit in Ann. Scienc. Nat. (1824), p. 473, Taf. 26, Fig. 2.

Auf Blättern von kultivierter *Phoenix dactylifera* L.

Sandwich-Inseln, Waikiki bei Honolulu, Nr. 2759.

Samoa-Inseln, Insel Upolu, Apia.

Exsicc.: Cryptogamae exsicc. editae a Mus. Palatino Vindobonensi, Nr. 907e; — Migula, Cryptog. exsicc. Germ. Austr. Nr. 189 (Pilze) ex eodem loco.

Uredineae.

Aecidium Pers.

* **Aecidium Rechingeri** Bubák, n. sp.[1]

Maculis rotundatis vel irregulariter rotundatis, flavescentibus, 2—4 *mm* latis, per paginam superiorem foliorum dispersis. Pseudoperidiis subtus sitis, dense aggregatis, parvis, cca. 200—220 μ latis, breviter cylindraceis, profunde immersis, margine angusto dilacerato. Cellulis pseuperidiorum firme conjunctis, in parte exteriore subtus versus imbricatis; membrana externa 7—9 μ, interna 3—4 μ lata. Sporulis catenulatis, polygoniis, 15—18 μ longis, 13—15 μ latis, episporio tenui (1·5—2 μ) flavescente, subtilissime tuberculatis.

Die vorliegende neue Art ist von allen beschriebenen Ipomäen bewohnenden Äcidien verschieden, speziell von *Aecidium Ipomoeae* (Thüm.), welcher nach gefälliger Mitteilung des Herrn Paul Sydow zu *Uromyces Ipomoeae* (Thüm.) gehört, durch kleinere Äcidiosporen und kleinere Pseudoperidien. Bei der

[1] Bearbeitet von Prof. Dr. Franz Bubák (Tabor).

Thümen'schen Art (nach Sydow's Originalen) messen die Äcidiosporen 22 bis 28 μ × 17·5 bis 22 μ und sind mehr von elliptischer Form. Die Pseudoperidien sind viel niedriger, von schüsselförmiger Gestalt und 300 bis 360 μ breit.

Aecidium Rechingeri Bubák gehört wahrscheinlich zu einer heteröcischen Art, da keine andere Sporenform gefunden werden konnte, obzwar die Äcidien oft sehr alt sind. Auch Spermogonien wurden keine beobachtet.

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern von *Ipomoea pes Caprae* L. am sandigen Meeresstrand bei Apia. Juli.

Exsicc.: Cryptogamae exsicc. editae a Museo Palatino Vindobonensi. Nr. 1137.

* *Aecidium miliare* Berk. et Br., Fungi of Ceylon, Nr. 851.

Inselel Upolu. Im Urwalde bei Tiavi auf lebenden Blättern von *Diospyros Samoensis* Reinecke. Mai. Nr. 435.

Uredo Pers.

* *Uredo Ipomoeae pentaphylli* P. Henn. in Hedwigia (1896), p. 252.

Insel Upolu. Auf dürren Blättern einer *Ipomoea* an der Falealilistraße bei Apia. Juli. Nr. 2784.

* *Uredo Scholzii* P. Henn., Afr. orient. II, in Bot. Jahrb., Vol. 28, p. 34.

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern von *Clerodendron inerme* R. Br. in der Mangroveformation bei Mulinuu. Juli. Nr. 2855.

Puccinia Pers.

* *Puccinia Ipomoeae panduratae* Schw., Syn. Carol., p. 69, Nr. 454 (I. *Aecidium Ipomoeae* Thüm).

Insel Upolu. Am Meeresstrand bei Apia auf Blättern von *Ipomoea pes Caprae.* Juli. Nr. 3126.

Auriculariaceae.

Auricularia Bull.

Auricularia Auricula Judae (L.), Spec. pl., p. 1625.

An den Stämmen verschiedener Bäume und Sträucher in mehreren Formen häufig.

Insel Sawaii, im Urwald bei Assau. Juli. Nr. 2915; im Walde bei Patamea. Juli. Nr. 2842; auf dem Berge Muangaafi (Feuerberg) zirka 1400 *m* s. m. Juli. Nr. 3082.

Insel Upolu, Apiaberg (Vaiaberg). Juni. Nr. 2721 und 2613; Motootua, an alten Stämmen. Nr. 2652 und 2676.

Tremellaceae.

Tremella Dill.

* *Tremella fuciformis* Berk. in Hooker's Journ. (1856), p. 277.

Insel Upolu. Auf morschem Holze im Schatten des Urwaldes bei Utumapu. Juni. Nr. 2641.

Lebend weiß, wie Caragen aussehend.

Hymenomycetes.

a) Telephoraceae.

Septobasidium Patouil.

Septobasidium Spongia Berk. et Curt., Saccardo, Syll. Fung., Vol. 16, p. 185.

Insel Upolu, Motootua, auf der Rinde einer nicht näher bestimmten lebenden Euphorbiacee. Mai. Nr. 2687.

Stereum Pers.

Stereum Boryanum Fr. Linnaea, V, p. 529; Epicr., p. 547.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu. Juni. Nr. 2802.

Gehört in den Formenkreis von *St. lobatum.*

Stereum elegans Mey, Ess., p. 305; Fr. El., p. 545; Epicr., p. 545.

Insel Upolu; Berg Lanutoo, zirka 700 *m* s. m., an morschen Baumstämmen. Juli. Nr. 2827.

Insel Sawaii, beim neuen Vulkan im Urwald nächst Vaipouli. August. Nr. 3711 und 4496.

Eine etwas größere Form dieser Art.

b) Hydnaceae.

Irpex Fr.

Irpex flavus Kl. in Linnaea, VIII, p. 488.

Insel Upolu. An Stämmen, Motootua. Juni. Nr. 2722.

Im Urwald bei Laulii, an Zweigen. Juni. Nr. 2720.

c) Polyporaceae.

Hexagonia Fr.

Hexagonia fasciata Berk., Fungi. Darw. and Isl. Pacif., n. 6, p. 444, tab. IX, Fig. 2.

Insel Upolu. An Baumstämmen. Nr. 5013 und 2943.

Favolus Fr.

* *Favolus fibrillosus* Lév., Champ. exot., p. 201.

Insel Upolu. Apiaberg, an Stämmen. Mai; Urwald ober Utumapu. Juni. Nr. 2691.

Insel Sawaii. Im Urwald bei Patamea. Juli. Nr. 2912.

Favolus novo-guineensis P. Henn. ist davon kaum verschieden.

* *Favolus hispidulus* Berk. et Curt. Cub. Fungi, Nr. 324.

Insel Upolu. Im Urwald bei Tiavi. Mai. Nr. 2672.

Die Form bildet einen Übergang zu *Favolus Jacobaeus* Sacc.

Trametes Fr.

* *Trametes badia* (Berk.) [?] in Hooker's Journ. (1842), p. 151.

Insel Upolu. An Stämmen. Juli. Nr. 5016.

Unterscheidet sich von dieser Art nur durch kleinere Poren.

* *Trametes obstinata* Cke. Grev., XII., p. 17.

Insel Upolu. An Stämmen um Apia wie auch sonst auf den Samoa-Inseln sehr häufig. Juli. Nr. 1678, 5019 etc.

Polystictus Fr.

Polystictus affinis Nees, Fungi Jav., p. 18, tab. 4. Fig. 1.

Insel Upolu. An abgestorbenen Stämmen bei Utumapu. Juni. Nr. 10; Vailima. August. Nr. 2608, 2760. In verschiedenen Farben und Formen. Diese und die folgende Art gehören zu den verbreitetsten Pilzen auf den Samoa-Inseln.

* *Polystictus Vitiensis* Reichardt in Verh. d. Zool. bot. Ges. Wien, 22. Bd. (1872), p. 738.

Insel Upolu, Berg Lanutoo, zirka 660 *m* s. m. August. Nr. 2826; Urwald bei Tiavi. Mai. Nr. 2885.

Insel Sawaii, ober Aopo, im Urwald. Juli. Nr. 2904. Immer an morschen Baumstämmen, mitunter in großer Menge. Auch in lebendem Zustande auf der Oberseite tiefschwarz. Stimmt vortrefflich zur ausführlichen Beschreibung Reichardt's, nur ist der Stiel länger. Ist sicher nur eine schwarze Form von *P. affinis* Lév., die von *P. microloma* Lév. kaum spezifisch verschieden ist.

* *Polystictus stereinus* Berk. et Cke., Journ. Linn. Soc., Vol. X, p. 308.

Insel Upolu, Berg Lanutoo. August. Nr. 2831.

Die Exemplare sind noch jung.

* *Polystictus pinsitus* Fr., Epicr., p. 479.

Insel Upolu. An Stämmen, Malifa. Juli. Nr. 5010.

Polystictus sanguineus (L.) Mey, Ess., p. 304.

Insel Upolu. An Stämmen, Malifa. Juli. Nr. 3124.

Polystictus ovatus Berk. (?)

Insel Upolu, Utumapu, an Stämmen. Juni. Nr. 2627.

Steht dieser Art sehr nahe, hat aber kleinere Poren.

* *Polystictus jodinus* Mont., Syll., p. 167.

Insel Upolu. Im Urwald bei Tiavi, an Baumstämmen. Mai. Nr. 2636.

Polystictus Persoonii Fr. in Cooke, Praec. Nr. 850.

Insel Upolu. An toten Baumstämmen auf dem Apiaberg (Vaiaberg), 300 *m* s. m. Juli. Nr. 2789.

Polystictus occidentalis Klotsch in Linnaea, Vol. VIII, p. 486.

Insel Upolu, bei Malifa, an Bäumen. Juni. Nr. 3109.

Polyporus Mich.

* *Polyporus vittatus* (Berk.) Dec. of Fungi, Nr. 178.

Insel Upolu, Malifa, an Stämmen. Juli. Nr. 5017.

Stimmt bis auf die kleineren Poren sehr gut.

* *Polyporus liturarius* Berk. et Curt. in Sillim. Journ., XI (1851), p. 94.

Insel Upolu. An Baumstämmen. Juli. Nr. 5015.

* *Polyporus Lourencii* Berk.

Insel Upolu. An Bäumen. Juli. Nr. 5014.

Bestimmung nach einem von Cooke determinierten Exemplare. Scheint dem *Polystictus occidentalis* äußerst nahe zu stehen.

* *Polyporus gallopavonis* Berk. f. *crassior.*

Insel Tutuila. Auf morschen Stämmen bei Pango-Pango. Mai. Nr. 3148.

Insel Upolu, bei Malifa. Juli. Nr. 5011.

Wahrscheinlich dieselbe Form, welche Kalchbrenner als *P. multilobatus* beschrieben hat. Ähnliche Arten sind auch *P. extypus* Berk. et Cke. sowie *P. zonalis* Berk.

* *Polyporus Auberianus* Mont., Cuba, tab. XVI, Fig. 1; Syll., Nr. 500.

Insel Upolu. Im Urwald bei Utumapu. Juni. Nr. 3387.

Steht dem *Fomes ulmarius* Fr. sehr nahe. Auch *Fomes microporus* (Sw.) ist eine ganz ähnliche Form.

* *Polyporus vibecinus* Fr., F. Nat., p. 6.

Insel Upolu. An Stämmen im Urwald bei Utumapu. Juni. Nr. 2689.

Nahe verwandte Formen sind *P. vibecinoides* P. Henn. und *P. Bartholomei* Peck.

Polyporus campyloporus Mont. f. *crassior.*

Insel Upolu. Auf Bäumen am Papaseea-Wasserfall. Juli. Nr. 2799.

Diese Art ist nach Bresadola in litteris eine Altersform von *Trametes obstinata.*

Polyporus sulphureus (Bull.) Fr., Syst. Myc., I, p. 357.

Insel Upolu, Vaiaberg, an Bäumen, zirka 300 *m* s. m. Juli. Nr. 5060.

Ganoderma Karst.

* *Ganoderma camerarius* (Berk.).

Insel Sawaii, Berg Maungaafi bei 1400 *m.* Nr. 5.

Die Sporen sind kugelig, braun, sehr fein dichtwarzig, 14 ≍ 13 μ groß.

* *Ganoderma nitens* (Fr.).

Insel Upolu. An Baumstämmen auf dem Berge Lanutoo, 700 *m* s. m. Juli. Nr. 2822, 5012; Utumapu. Nr. 2786, 2816.

Stimmt nicht gut zu Fries' Beschreibung, vortrefflich aber zu einem von Lloyd auch auf den Samoa-Inseln gesammelten, von J. Bresadola bestimmten Exemplare (Taf. I, Fig. 6—7).

Ganoderma subrugosum Bres. et Pat., Bull. Soc. Myc. (1889), p. 47. ? f. *pleuropoda.*

Scheint nur eine pleuropode Form dieser Art zu sein.

Insel Upolu. An Baumstämmen auf dem Vaiaberg. Nr. 5064, 5062 (Taf. I, Fig. 1—3).

Ganoderma australe (Fr.).

Insel Upolu. Auf morschen Baumstämmen auf dem Berge Lanutoo, zirka 650 *m* s. m. Juli. Nr. 2823, 2824, 2828.

Insel Sawaii, bei Patamea (Taf. I, Fig. 4—5).

* *Ganoderma applanatum* (Pers.) Wallr.

Insel Upolu, Berg Lanutoo, auf Bäumen. August. Nr. 3384; Motootua, an Bäumen. Nr. 2649.

Fomes Fr.

* *Fomes cinereo-fuscus* Currey in Linn. Transact. (1876), p. 124, tab. XIX, Fig. 1.

Insel Upolu. An Baumstämmen. Juli. Nr. 5008.

Polyporus testudo Berk. ist offenbar mit diesem Pilze nahe verwandt.

Fomes fulvus (Scop.), p. 469.

Insel Upolu. An Baumstämmen auf dem Apiaberg, 300 *m* s. m. Juli. Nr. 5063.

Scheint nur eine Altersform dieser Art zu sein.

* *Fomes Harskarli* Lév., Champ. exot., p. 190, in Ann. Soc. nat. (1844), sub *Polysticto* (= *F. pectinatus* Kl.).

Insel Upolu. An Baumstämmen. Juli. Nr. 5020 pro parte. Determ. Bresadola. Insel Upolu. An Baumstämmen, Vaiaberg. Nr. 5061.

* *Fomes licnoides* Mont., Cuba, p. 401, tab. XVI, Fig. 2, sub *Polysticto.*

Insel Upolu. An Baumstämmen. Juli. Nr. 5020 pro parte. Determ. Bresadola.

Ich halte die Exemplare dieser beiden Arten für Formen von *Fomes rubriporus* Quélet. Eines der vorliegenden Exemplare stimmte vollkommen mit von mir an alten Eichen im Laxenburger Park in Niederösterreich entdeckten Stücken der Quelet'schen Art überein. (Höhnel.)

* *Fomes Curreyi* Berk. (?) in Grev., Vol. XV, p. 21.

Insel Upolu, Berg Lanutoo, an Baumstämmen. August. Nr. 5009, 2825.

Poria Fr.

* *Poria Büttneri* P. Henn., Botan. Mitteil. (1888), p. 129 *(Polyporus).*

Insel Upolu, Malifa, auf alten Schalen von Kokosnüssen, die auf dem Erdboden gelegen. Juli. Nr. 3381, 3382.

Stimmt vorzüglich zu einem Originalexemplar dieser Art aus Kamerun.

d) Agaricineae.

Schizophyllum Fr.

Schizophyllum commune Fr., Syst. Myc., I, p. 333.

Insel Upolu, Apiaberg, auf Baumstämmen. Mai. Nr. 2710, 2630; Motootua auf Kokospalmenholz. Mai. Nr. 2655.

Lenzites Fr.

* *Lenzites Palisotii* Fr., S. M., I, p. 335.

Insel Upolu. An Baumstämmen im Urwald ober Utumapu. Juni. Nr. 2856, 2803, 5021.

Lentinus Fr.

* *Lentinus strigosus* Fr., Epicr., p. 388.

Insel Sawaii, bei Patamea auf morschem Holz. Juli. Nr. 2951.

Die Exemplare sind jung.

* *Lentinus pergameneus* Lév., Champ. Mus., p. 117.

Insel Upolu, Apiaberg im Urwald. Mai. Nr. 2705.

* *Lentinus Curreyanus* Sacc. et Cubani, Syll. Fung., Vol. V, p. 586.

Insel Sawaii. Im Urwald beim neuen Krater nächst Vaipouli. August. Nr. 3715.

Stimmt mit einem Originalexemplar sehr gut.

* *Lentinus subnudus* Berk. (?) Dec. of Fungi, Nr. 161; Hooker's Lond. Journ. (1847), p. 492.

Insel Upolu. An den Stämmen alter Kokospalmen bei Malifa. Mai. Nr. 2680.

Da die Exemplare sehr alt und ausgebleicht sind, vielleicht nur eine Altersform der vorigen Art.

* *Lentinus Cyathus* B. et Br. (?) F. Brisb., I, p. 399.

Insel Sawaii, Berg Maungaafi, zirka 1500 *m* s. m. Juli. Nr. 5193.

Androsaceus Pat.

* *Androsaceus ramentaceus* Pat., Enum. des Champ. Java in Ann. du jard. bot. Buitenz., Suppl. 1 (1897), p. 107, tab. 24, Fig. 1—4. *Agaricus ramentaceus* Berk. sec. Lév. apud Zolling. 16.

Insel Upolu, Berg Lanutoo, zirka 700 *m* s. m. August. Nr. 2812; auf lebenden Blättern von verschiedenen Pflanzen im Urwald von Tiavi. Mai. Nr. 2840; im Urwald bei Utumapu auf *Ixora amplifolia* A. Gray. Juni. Nr. 2944, 5192.

Da nur sterile Mycelienfäden vorliegen, ist die Bestimmung zweifelhaft.

Diese Mycelienfäden von im Leben glänzend schwarzer Farbe und fester Konsistenz sind hin und wieder verästelt, schwarzen Roßhaaren nicht unähnlich, kommen in Samoa nur auf lebenden Blättern und jungen Zweigen der verschiedensten Gewächse vor, auch auf Farnwedeln konnte ich sie beobachten. (K. Rechinger.)

Gasteromycetaceae.

Geaster Fr.

* *Geaster mirabilis* Mont., Cryptog. Guyan., 595, tab. VI, Fig. 8.

Insel Upolu. An morschem Holz auf dem Apiaberg. Mai. Nr. 2684.

Lycoperdon Pers.

Lycoperdon piriforme Schaeff., Icon., tab. 189; Saccardo, Syll., Vol. 7, 1, p. 117.

Insel Upolu. Im Urwald auf Erde, Apiaberg. Nr. 2689, 2685.

Myxomycetaceae.

Stemonitis Gled.

Stemonitis fusca Roth in Mag. f. Bot., p. 26, et Flora Germ., p. 548.

Insel Upolu. Auf vermodertem Holz auf dem Apiaberg. Mai. Nr. 2698.

Ascomycetaceae.

a) Perisporiaceae.

Limacinia Neger.

* **Limacinia spingera** v. Höhnel, n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, 1907.

Insel Upolu. An lebenden Blättern verkrüppelter Exemplare von *Sterculea populnea* in der Mangroveformation bei Mulinuu. Juli. Nr. 1728.

Limacinula Sacc.

* **Limacinula Samoensis** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Sawaii. Auf dem lederigen Blatte einer *Eugenia* bei Matautu. August. Nr. 1869; auf dem Blatte eines anderen Baumes auf dem »Mu« bei Aopo. August. Nr. 1670.

Meliola Fr.

* **Meliola longiseta** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Im Urwald bei Tiavi auf dem Lager einer Flechte auf den lebenden Blättern einer *Psychotria*. Mai. Nr. 5180.

* *Meliola Sakavensis* P. Henn.

Insel Upolu. In der Mangroveformation bei Mulinuu auf lebenden Blättern von *Clerodendron inerme* R. Br. zusammen mit *Uredo Scholzii* P. Henn. Juni. Nr. 2835 pro parte.

* *Meliola Scholzii* P. Henn.

Insel Upolu. In der Mangroveformation bei Mulinuu mit der vorigen Art zusammen. Juni. Nr. 2835 pro parte.

Diese Art ist von *M. amphitricha* Fr. kaum verschieden.

Micropeltis Mont.

* **Micropeltis Rechingeri** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern eines nicht näher bestimmten Baumes zusammen mit *Phyllachora* spec. (unreif) im Urwald von Utumapu. Juni. Nr. 1523.

Myiocopron Speg. [1]

Myiocopron millepunctatum Penz. et Sacc. Malpighia, XI, Vol. (1897), p. 524; Saccardo, Syll. fung. Vol. XIV, p. 687.

Insel Savaii. Auf *Prilobum triquetrum* Sw. bei Asau. Nr. 130.

b) Pyrenomycetaceae.

Melanopsamma Niessl.

***Melanopsamma hypoxyloides** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu, Utumapu, im Urwalde auf morschem Holze. Juni.

Exsicc.: Rehm, Ascomycet. exsicc. Nr. 1714.

Physalospora Niessl.

* **Physalospora Fagraeae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf der Unterseite der Blätter von *Fagraea Berteriana* A. Gray, auf dem Gebirgskamm bei Utumapu. Zirka 500 *m* s. m. Juni. Nr. 2733.

* **Physalospora Hoyae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf Blättern von *Hoya Upolensis* Reinecke, im Urwald auf dem Apiaberg, zusammen mit *Gloeosporium affine* Sacc. Juli. Nr. 1498, 3078.

---

[1] Vergl. Dr. K. v. Keissler.

Didymella Sacc.

* **Didymella Passiflorae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern von kultivierter *Passiflora alata* Ait. Motootua. Mai. Nr. 2682.

Metasphaeria Sacc.

* *Metasphaeria fusariispora* (Mont.) ?

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern einer Bambusee, die in Samoa kultiviert. Nr. 1435.

Der Pilz ist unreif, daher nicht sicher bestimmbar.

Anthostoma Nke.

* **Anthostoma Cocois** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Mykol., III, in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu, Malifa, auf dünnen abgestorbenen Blattmittelrippen von *Cocos nucifera* L. Nr. 2671.

Nummularia Tul.

* **Nummularia lineata** (Berk.) v. Höhnel.

Insel Upolu. An morscher Rinde.

Der Pilz weicht nur sehr wenig von nordamerikanischen Exemplaren dieser Art durch längere Perithecien ab.

Hypoxylon Bull.

* *Hypoxylon effusum* Nitschke., Pyr. Germ., p. 48.

Insel Upolu. Apiaberg, an morschem Holz. Mai. Nr. 2804.

* *Hypoxylon subeffusum* Speg., Fungi Guar., Pug. I, 204.

Insel Upolu. Apiaberg, an morschem Holz. Mai.

Ist vielleicht nur eine Form der vorigen Art. Ganz ähnlich ist *Hypoxylon Archeri* Berk., hat aber größere Sporen.

Daldinia De Not. et Ces.

* *Daldinia Eschscholzii* (Ehrh.) Rehm., Ann. Mycol. (1904), p. 173.

Insel Upolu. An morschem Holz von *Citrus*.

Exsicc.: Rehm, Ascomycet. exsicc. Nr. 1718.

Kretschmaria Fr.

* *Kretschmaria gomphoidea* Penz. et Sacc., Malpighia, XI (1897), p. 493.

Insel Upolu. An morschen Baumstämmen auf dem Apiaberg.

Ist von *Kretschmaria Berkeleyana* (Cke.) kaum verschieden.

Xylaria Hill.

Xylaria polymorpha (Pers.) Grev., Flora Edin., p. 35.

Insel Upolu, Apiaberg, zirka 300 *m* s. m. Mai. Nr. 2706; Utumapu, auf modernden Stämmen, zirka 350 *m* s. m. Juni. Nr. 3247.

Phyllachora Nke.

Phyllachora graminis (Pers.) Fuck., Symb. mycol., p. 216.
Insel Sawaii. Auf Blättern von *Oplismenus setarius* R. et Sch. bei Assau. Juli. Nr. 297, 1687.
Die Form nähert sich durch die kleinen und rundlichen Stromata der *Phyllachora Cynodontis* San.

* *Phyllachora dolichogena* (Berk. et Br.) Sacc., Syll. Fung., Vol. II, p. 601.
Insel Upolu. Auf Blättern von *Dolichos Lablab* L. am Meeresstrande bei Apia. Juli, Nr. 5097.
Exsicc.: Ausgegeben in den Cryptog. exsicc. editae a Museo Palatino Vindobonensi, Nr. 1318.

* *Phyllachora Hibisci* Rehm, Hedwigia (1897), p. 370.
Insel Upolu. Auf lebenden Blättern von *Hibiscus tiliaceus* L. in Apia.
Exsicc.: Rehm, Ascomycet. exsicc. Nr. 1711.

Dothidella Speg.

* **Dothioella Musae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).
Insel Upolu. Auf Blättern von kultivierter *Musa paradisiaca* L. Juni. Nr. 2783.

Homostegia Fuck.

* **Homostegia graminis** v. Höhnel n. sp.
Insel Upolu. Auf lebenden Grasblättern *(Panicum?)* bei Utumapu, zirka 350 *m* s. m. Juni. Nr. 1226.

c) Hysteriaceae.

Hysterium Tode.

* **Hysterium Samoense** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).
Insel Upolu. An morschen Stämmen bei *Leolomuenga*. Juni. Nr. 2709.

Fungi imperfecti.

Phyllosticta Pers.

* **Phyllosticta collocasiaecola** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).
Insel Upolu. Auf abgestorbenen Blättern von kultivierter *Colocasia antiquorum* L. bei Malifa. Nr. 2700, 2639.

Fusicoccum Cda.

* **Fusicoccum Maccarangae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).
Insel Upolu. Auf der Rinde von *Macaranga Reineckei* Pax. Juli. Nr. 3395.

Septoria Fr.

* **Septoria eburnea** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf abgestorbenen Blättern von *Artocarpus incisa* L., Malifa. Mai. Nr. 1261.

Trichosperma Speg.

* *Trichosperma cyphelloidea* v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1007).

Insel Upolu. Vaimea, auf Flechten an morscher Baumrinde. Juli. Nr. 2941.

Gloeosporium Desm. et Mont.

* *Gloeosporium affine* Sacch., Mich., I, p. 129.

Insel Upolu. Auf Blättern von *Hoya Upolensis* Reinecke auf dem Apiaberg. Juli. Nr. 1498, 3078.

Cercospora Fres.

* *Cercospora Caladii* Cke. in Grevillea; Saccardo, Syll. Fung., Vol. IV, p. 478. Var. *Colocasiae* v. Höhnel.

Insel Upolu, Malifa, auf Blättern von kultivierter *Colocasia antiquorum* L. Juni. Nr. 1730.

* **Cercospora Kleinhofiae** v. Höhnel n. sp. Fragm. z. Myk., III, in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1907).

Insel Upolu. Auf lebenden Blättern von *Kleinhofia hospita* L., Motootua. Nr. 1734.

IV. DIE FLECHTEN DER SAMOA-INSELN.

Von Dr. Alexander Zahlbruckner.

(Mit Tafel II.)

Die Geschichte der lichenologischen Erforschung der Samoa-Inseln läßt sich kurz fassen.

Die ersten auf zwei Arten bezüglichen Angaben bringt E. Tuckerman[1] in seiner Bearbeitung der von der U. S. Explor. Expedition mitgebrachten Flechten. Inhaltsreicher sind die Mitteilungen A. v. Krempelhuber's[2] über die von Dr. E. Gräffe auf seiner Reise durch die Südsee-Inseln aufgesammelten Lichenen. In dieser Publikation werden für die Samoa-Inseln 16 Flechtenarten namhaft gemacht, von welchen drei als neue Arten beschrieben sind. Nachdem sich jedoch zwei dieser Novitäten als einfache Synonyme zu bereits bekannten Spezies herausgestellt haben, eine neue Art nur als Varietät bewertet werden kann und endlich eine Art unter drei Namen aufgezählt ist, verbleiben an der Ausbeute Dr. Gräffe's für unser Gebiet nur 11 Arten. Die meisten Aufschlüsse erhielten wir über das zu behandelnde Thema von dem hervorragenden Flechtensystematiker J. Müller-Arg.,[3] dessen letzte, erst nach seinem Tode erschienene Studie die Bearbeitung der von Dr. F. Reinecke auf den Samoa-Inseln gesammelten Lichenen zum Gegenstand hat. Durch diesen Beitrag wird die Zahl der für das Gebiet bekannt gewordenen Arten auf 59 erhöht; drei Arten und eine Varietät werden als neu beschrieben. Im Jahre 1905 hat Herr Dr. K. Rechinger gelegentlich eines längeren Aufenthaltes auf den Samoa-Inseln seine Aufmerksamkeit auch auf die Flechten gelenkt und an allen von ihm besuchten Punkten dieselben gesammelt. Seine Aufsammlung zeichnet sich durch Reichhaltigkeit und mustergültige Präparation aus. Eine wertvolle Ergänzung zu dieser Kollektion bilden die von Dr. Rechinger mitgebrachten Notizen über die Verbreitung, das Vorkommen einzelner Arten und Beobachtungen über die Flechtenflora der Samoa-Inseln im allgemeinen. Diese Notizen hat mir Herr Dr. K. Rechinger freundlichst zur Verfügung gestellt; sie fanden Verwertung im einleitenden Teile dieser Studie sowohl als auch in der Aufzählung der bisher bekannt gewordenen Flechten Samoas. Die Ausbeute Dr. Rechinger's umfaßt nicht nur fast alle der bisher für die Samoa-Inseln genannten Flechten, sondern auch eine große Zahl neuer Bürger, darunter mehrere neue Arten und Varietäten. Insgesamt ist nunmehr das Vorkommen von 129 Flechtenarten sichergestellt.

Wenn man auch in Betracht zieht, daß es sich um eine insulare Flechtenflora, welche als solche schon, von speziellen Verhältnissen abgesehen, auf eine große Artenzahl keinen Anspruch machen kann, handelt, so steht es doch fest, daß mit den bisher bekannt gewordenen Flechten der Artenreichtum der Samoa-Inseln nicht erschöpft ist. Nichtsdestoweniger darf die Flechtenflora des Gebietes heute als eine gut gekannte eingeschätzt werden, deren wichtigste und den Charakter der Flechtenvegetation bestimmende Formen hinreichend bekannt sind. Es kann daher der Versuch unternommen werden, die Flechtenflora der Samoa-Inseln zu schildern.

---

[1] E. Tuckerman, Lichens, in Wilkes, U. S. Explor. Expedit. during Years 1838—1842 under the Command of Ch. Wilkes, Vol. XVII, Botany, Cryptogamia (1860), p. 113—152.

[2] A. v. Krempelhuber, Beiträge zur Kenntnis der Lichenenflora der Südsee-Inseln (in Journal d. Museums Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874) p. 93—116, Taf. XIV).

[3] J. Müller (Arg.), Lichenes, apud F. Reinecke, Die Flora der Samoa-Inseln (in Engler's Botan. Jahrbücher, Bd. XXIII (1897), p. 291—299).

An der Zusammensetzung der Flechtenvegetation der Samoa-Inseln sind die folgenden Flechtenfamilien [1] mit den folgenden Artenzahlen beteiligt:

Verrucariaceae	(1)	*Lecideaceae*	(8)
Pyrenulaceae	(10)	*Phyllopsoraceae*	(1)
Astrotheliaceae	(1)	*Cladoniaceae*	(2)
Strigulaceae	(5)	*Collemaceae*	(10)
Mycoporaceae	(1)	*Pannariaceae*	(6)
Arthoniaceae	(5)	*Stictaceae*	(17)
Graphidaceae	(13)	*Peltigeraceae*	(1)
Chiodectonaceae	(1)	*Pertusariaceae*	(2)
Lecanactidaceae	(3)	*Lecanoraceae*	(2)
Pilocarpaceae	(1)	*Parmeliaceae*	(7)
Chrysothricaceae	(1)	*Usneaceae*	(7)
Thelotremaceae	(3)	*Buelliaceae*	(5)
Ectolechiaceae	(2)	*Physiaceae*	(5)
Gyalectaceae	(2)	*Hymenolichenes*	(2)
Coenogoniaceae	(1)	*Imperfecti*	(1)

Gruppiert man die 129 Arten nach der systematischen Zugehörigkeit ihrer Algenkomponenten, so ergeben sich:

a) Flechten mit *Pleurococcus*-, beziehungsweise *Palmella*-Gonidien . . . . . . 45 Arten, rund 35%,
b) Flechten mit blaugrünen Gonidien (*Cyanophili* Reincke einschließlich ihrer phylogenetischen Deszendenten mit hellgrünen Gonidien, zum Beispiel *Eusticta*, *Psoroma*) . . 36 Arten, rund 28%,
c) Flechten mit *Chroolepus*-Gonidien . . . . 47 Arten, rund 37%.

Aus diesen Zahlen ergeben sich einige bemerkenswerte Tatsachen: zunächst das Prävalieren der Flechten mit *Chroolepus*-Gonidien, also der *Graphideae* im Sinne Müller's-Arg., dann die große Zahl der Flechtenarten mit blaugrünen Algen und endlich das starke Zurücktreten der *Archilichenes* Th. Fr., also der Flechten mit *Protococcus*- und *Palmella*-Gonidien, welche nur mit einem Drittel aller Arten beteiligt sind. Die prozentuelle Beteiligung der einzelnen Gruppen charakterisiert die Flechtenflora der Samoa-Inseln.

In den kälteren und gemäßigten Gebieten der Erde, selbst in den subtropischen Zonen bilden die *Archilichenes* die weitaus überwiegende Zahl der Flechtenarten; an zweiter Stelle stehen die Flechten mit *Chroolepus*-Gonidien, mit einem viel niedrigeren Prozentsatz indes und die *Cyanophili* endlich treten sehr stark zurück. Anders liegen die Verhältnisse unter den Tropen. In Brasilien, dessen Flechtenflora verhältnismäßig gut erforscht ist, beteiligen sich an der Zusammensetzung der Flechtenvegetation:

die *Archilichenes* Th. Fr. mit . . . . 53·7%,
die *Graphideae* Müll.-Arg. mit . . . . 35·2%,
die *Cyanophili* Reincke mit . . . . 10·9%.

Also auch in Brasilien ist die Reihenfolge der biologischen Gruppen noch dieselbe, mit dem Unterschiede jedoch, daß die zweite und die dritte Gruppe artenreicher ist als in den gemäßigten Gebieten. Bei diesem Vergleich darf man allerdings nicht vergessen, daß die brasilianische Flechtenflora eine kontinentale ist und demnach von anderen klimatischen Faktoren bedingt wird. Wir wollen daher die Flechtenflora der Samoa-Inseln mit einer insularen Flechtenflora vergleichen, und zwar mit derjenigen der ozeanischen Inseln. Hiezu eignet sich sowohl aus pflanzengeographischen Gründen als auch nach dem Stande der lichenologischen Erforschung am besten Neukaledonien, über deren Flechtenvegetation wertvolle

[1] Im Sinne meiner Bearbeitung der Flechten in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien.

Beiträge von J. Müller[1] und W. Nylander[2] gebracht wurden. Die Flechtenvegetation Neukaledoniens setzt sich folgendermaßen zusammen:

Graphideae Müll. Arg. . . . . 53·5%,
Archilichenes . . . . 33·2%,
Cyanophili . . . . 13·3%.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Lichenenflora Neukaledoniens in ihrer Zusammensetzung derjenigen der Samoa-Inseln stark nähert; die Reihenfolge der biologischen Gruppen ist dieselbe. Die *Archilichenes* beteiligen sich daran mit fast demselben Prozentsatz, die Flechten mit *Chroolepus*-Gonidien sind noch reicher vertreten, die *Cyanophili* weisen einen größeren Prozentsatz auf als in den gemäßigten Gebieten oder am tropischen Kontinente, erreichen jedoch nicht jenen hohen Anteil, mit welchem sie an der Zusammensetzung der Flechtenflora der Samoa-Inseln partizipieren. Die Familien und Gattungen, welche die Arten der in Vergleich gezogenen beiden Flechtenfloren liefern, decken sich fast vollständig.

Ferner möge zum Vergleiche herbeigezogen werden die an der Nordküste Borneos im südchinesischen Meere gelegene Insel Labuan nach jenen Angaben, welche W. Nylander[3] über ihre Flechtenflora auf Grund der Aufsammlungen Dr. E. Almquist's im Jahre 1879 macht. Die Flechtenflora dieser Insel wird zusammengesetzt aus:

Graphideae . . . . 75·4%,
Archilichenes . . . . 11·7%,
Cyanophili . . . . 12·9%.

Das Angeführte gibt ein Bild der den Charakter bestimmenden Zusammensetzung der Flechtenvegetation der Samoa-Inseln und zeigt ferner, daß in dieser Beziehung Übereinstimmung mit den übrigen ozeanischen Inseln besteht.

Die Flechten mit *Chroolepus*-, beziehungsweise *Phyllactidium*-Gonidien, die mit der größten Artenzahl an der Flechtenflora der Samoa-Inseln partizipieren, sind ausschließlich durch Gattungen mit krustigem Lager vertreten; die thallodisch höher entwickelten *Dirinaceae* und *Roccellaceae* fehlen. Den ersten Platz nehmen nach ihrer prozentuellen Beteiligung die *Graphidaceae* ein, dann folgen (nach der Artenzahl geordnet) die *Pyrenulaceae, Strigulaceae, Arthoniaceae, Chiodectonaceae, Lecanactidaceae, Thelotremaceae, Gyalectaceae, Mycoporaceae* und *Astrotheliaceae.* Die samoanischen Vertreter dieser Gruppe sind rinden- und blattbewohnende Flechten und nur eine Varietät einer auch auf Rinden lebenden Art besiedelt Felsen. Es ist hier zu bemerken, daß diese Varietät auf Lavastücken unter Sträuchern gefunden wurde, auf deren Ästen und Zweigen die Stammart *(Porina tetraceae* Müll.-Arg.) lebt. Die reichsten Fundrote für Flechten mit *Chroolepus*-Gonidien bilden die Mangrove-Sümpfe und daselbst insbesondere die Zweige und Äste von *Hibiscus tiliaceus, Thespesia populnea, Rhizophora mucronata, Brugiera Rheedii* und *Clerodendron inerme.* Eine besonders charakteristische Flechte aus dieser Gruppe ist *Anthracothecium palmarum* (Krph.), eine endemische Flechte, welche stets nur auf den Schäften ausgewachsener Kokospalmen, und zwar nur auf der dem Meere zugewendeten Seite gedeiht. Man kann sie als tonangebend insofern bezeichnen, als sie die Stämme ganzer Kokosbestände einseitig bekleidet und diese schon von ferne leuchtend ziegelrot erscheinen. Diese Flechte ist häufig, aber nur in der Nähe des Meeres. Auch *Graphina samoana* A. Zahlbr. gehört zu den auffallenden Flechten der Samoa-Inseln; sie bildet auf den Waldbäumen in Waldlichtungen meistens in bedeutender Höhe vom Erdboden leuchtende weiße Flecken, die

---

[1] Müller J., Enumération de quelques Lichens de Nouméa (Revue Mycologique, Vol. IX [1887] p. 77—82); — Lichenes Neo-Caledonici a d. Balansa lecti etc. (Journ. de Botan., Vol. VII, 1893, p. 51—55, 92—94, 106—111).

[2] Nylander W., Synopsis Lichenum Novae Caledoniae (Bull. Soc. Linn. de Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II, 1868, p. 39 bis 140).

[3] Nylander W., Sertum Lichenaeae tropicae e Labuan et Singapore (Paris, P. Schmidt, 1891, 8⁰).

oft doppelte Handgröße erreichen. In der Farbe des Lagers ähnlich, greift in gleicher Weise *Ocellularia micropora* (Mont.) in das Vegetationsbild ein.

Die blattbewohnenden Flechten, welche hauptsächlich dieser Gruppe angehören, finden sich immer auf eine große Anzahl von Blättern eines Baumes oder Strauches verteilt. *Cinnamomum elegans* und andere glatt- und dicklaubige Sträucher oder Bäume, häufiger auch *Ixora*-Arten, in der Nähe von Kulturstätten *Mangifera indica* tragen stets mehrere Arten gemeinschaftlich auf demselben Blatte. Dr. Rechinger beobachtete an den natürlichen Standorten, daß durch den abträufelnden Regen die Sporen der blattbewohnenden Flechten mitunter auf einen darunter befindlichen anderen Strauch, wenn er nur den betreffenden Flechtenarten zusagende Blätter besitzt, die Sporen übertragen werden. Für diese Beobachtung sprechen in der Tat viele der mitgebrachten, mit Flechten bedeckten Blätter; die Einzellager bilden kleine, oft dicht stehende Kreise und der Eindruck ist wohl der, daß sie aus dem herabtröpfelnden Regenwasser hervorgegangen wären. Natürlich würde zu einem solchen Vorgang die herabgeschwemmte Spore allein nicht genügen, doch findet diese, auch wenn kein Fragment der Algenkomponenten mitgerissen wurde, Keime oder Jugendstadien der letzteren auf den Blättern stets in Fülle.

Der Reichtum an Arten und ihr häufiges Vorkommen gestaltet die *Cyanophili* zu einem tonangebenden Faktor der Flechtenflora der Samoa-Inseln. Vertreten sind sie durch die Familien der *Collemaceae, Pannariaceae, Stictaceae, Peltigeraceae* und durch die *Hymenolichenes*; an Arten und an Individuen am reichsten sind die drei erstgenannten Familien. Die samoanischen Arten der Gattung *Collema* gehören alle der Sektion *Collemodiopsis* Wainio an. Sie treten fast immer in größeren Gruppen auf Ästen oder ihren Gabelungen auf, vorwiegend am Rande von Baumgruppen, Pflanzungen oder an den oft zu lebenden Zaumpfählen verwendeten Stämmen des *Hibiscus tiliaceus.* Mitunter finden sich mehrere *Collema*-Arten an einem Standorte; zu ihnen gesellt sich häufig das nicht seltene *Riphidonema sericeum.* Alle Individuen sind üppig entwickelt und in der Regel reich fruchtend. Von den Leptogien ist *Leptogium tremelloides* (L. fil.) die häufigste baumbewohnende Flechte in den Wipfeln derselben, wo diesen Licht und frische Luftzufuhr in ausgiebigstem Maße zu teil wird. Ebenso ist *Dichodium byrsinum* (Ach.) eine ebenso häufig als üppig entwickelte, reichlich fruktifizierende Flechte. Sehr häufig ist ferner aus der Gruppe der *Cyanophili Pannaria mariana* (E. Fr.). Sie zeichnet sich durch eine große Anpassungsfähigkeit aus, man trifft sie auf den Gipfeln der Berge, in der Krone der hohen Waldbäume, auf dem krüppelhaften Gesträuche, welches das »Mu« (spärlich bewachsene Lavahalden) bildet und sie kann selbst als Xerophyt die dunklen, eine sehr hohe Temperatur annehmenden Lavablöcke besiedeln. Eine charakteristische Flechte ist ferner *Coccocarpia nitida* Müll.-Arg., welche ähnlich der *Coccocarpia pellita* (Ach.) stark variiert. *Peltigera polydactyla* var. *membranacea* Müll.-Arg. tritt nur auf den höchsten Bergkämmen auf, meist auf Moospolstern, auf der Erde oder umgefallenen Baumstämmen. Die artenreichste Familie der Flechtenflora der Samoa-Inseln gehört in diese Gruppe, es sind dies die *Stictaceae,* welche mit Ausnahme einer Art alle der Gattung *Sticta* angehören. Sie bilden wohl durch ihren auffälligen, großen Thallus und durch die Häufigkeit ihres Auftretens das charakteristischeste Moment der Flechtenflora. Die häufigste der Sticten sind *Sticta samoana* Müll.-Arg., *Sticta demutabilis,* Krph. und *Sticta pedunculata* Krph. Ein auffallender Typus dieser Gattung ist die neue *Sticta perexigua* A. Zahlbr., die kleinste aller Sticten, deren gestielter Thallus Laub- und Lebermoosstämmchen aufsitzt, durch Gestalt und Vorkommen von den übrigen Arten der Gattung stark abweicht.

Die Flechten mit *Pleurococcus*- und *Palmella*-Gonidien, die *Archilichenes* im Sinne von Th. Fries besitzen nur in den *Lecideaceae, Buelliaceae* und *Physciaceae* artenreicher vertretene Familien; doch dieser Reichtum ist nur ein verhältnismäßiger. Die Arten der genannten Familien, insbesondere der beiden letzteren, treten auch in größerer Individuenzahl auf. Sehr schwach vertreten sind die *Lecanoraceae,* speziell die Gattung *Lecanora* selbst. Auffallend ist die geringe Artenzahl der *Pertusariaceae, Parmeliaceae* und *Usneaceae,* Familien, welche unter den Tropen in der Regel reich gegliedert sind. Auch die Gattung *Cladonia* ist nur durch zwei Arten an der Flechtenvegetation beteiligt, allerdings fehlt es den Vertretern dieser Gattung, wie aus den späteren Erörterungen hervorgehen wird, an geeigneten Standorten. Gänzlich

fehlt die Gattung *Stereocaulon*, welche bisher auch für Neukaledonien nicht verzeichnet ist, obgleich sie in Neuseeland und Australien durch mehrere Arten vertreten wird. Gänzlich fehlten bisher ferner Vertreter der *Coniocarpi*.

Die 129 für die Samoa-Inseln bisher verzeichneten Flechten verteilen sich nach der Unterlage, welche sie besiedeln, in folgender Weise:

Rinden- und holzbewohnende Flechten	108 Arten
Blattbewohnende Flechten	13 »
Steinbewohnende Flechten	4 »
Erdbewohnende Flechten	4 »
Gemeinschaftlich auf Rinden und Steinen leben	4 Arten
Gemeinschaftlich auf Rinden und lederigen Blättern lebt . .	1 Art

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, sind die felsbewohnenden Flechten in Samoa sehr spärlich vertreten. Da, wo die Uferfelsen vom Meere bespült werden, sind Flechten überhaupt nicht vorhanden. Wo diese Meeresstrandfelsen der Überflutung nicht mehr ausgesetzt sind, siedelt unter rascher Zersetzung der Lavamassen sehr bald eine kräftige Vegetation, aus höher organisierten Gewächsen bestehend, an, die die langsam wachsenden, allenfalls Fuß fassenden Lichenen bald überwuchern und unterdrücken. Einige wenige felsbewohnende Flechten trifft man im sogenannten »Mu«, spärlich bewachsene Lavahalden, welche der Sonne sehr ausgesetzt sind. Auf den schwarzen Lavafelsen dieser Formation sind die Flechten einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt und nur *Pannaria mariana* (E. Fr.), *Coccocarpia pellita* var. *isidoidea* Müll. Arg., *Buellia stellulata* (Tayl.), *Physcia crispa* var. *scopulorum* A. Zahlbr., *Physcia integrata* var. *obsessa* (Mont.) und *Physcia picta* var. *aegiliata* (Ach.), Arten, welche mit Ausnahme der *Buellia* nicht zu den xerophilen Lichenen gerechnet werden können und auf den Samoa-Inseln tatsächlich auch in schattigen Lagen vorkommen, besitzen die Anpassungsfähigkeit, auf diesen heißen Lavablöcken vegetieren zu können. Im geschlossenen Urwalde sind frei herumliegende Felstrümmer, durchwegs den Lavamassen, der einzigen Gesteinsart der Samoa-Inseln angehörig, höchst selten, da der ganze Erdboden von dichtestem Pflanzenwuchs bedeckt ist. Dieser Umstand erklärt genügend die Armut an felsbewohnenden Flechten und das Vorkommen der *Verucaria samoënsis* A. Zahlbr. ist unter den gegebenen Verhältnissen als eine Seltenheit zu betrachten.

Auch den erdbewohnenden Flechten fehlt es an geeigneten Örtlichkeiten. Wo die Lichtverhältnisse es gestatten, deckt eine dichte Pflanzendecke den Boden; im dichten Schatten des Urwaldes, wo der Boden von höheren Pflanzen wegen des mangelnden Lichtes nicht besiedelt werden kann und kahl ist, können eben infolge dieses Umstandes auch die Flechten nicht Fuß fassen. Nur auf bedeutenden Bodenerhebungen, von 700 bis 1600 *m* über dem Meere, also in der kühleren Region, treten einige wenige Cladonien und eine *Peltigera* auf. Die ersteren besiedeln hier hauptsächlich modernde Baumstämme und Strünke zwischen den Moosrasen und sind nicht so typisch erdbewohnend wie in den gemäßigten Gebieten.

Die rindenbewohnenden Flechten Samoas sind nicht gleichmäßig verteilt. Es macht den Eindruck, als ob einzelne Bäume oder Sträucher von den Flechten als eine Art Sammelpunkt bevorzugt würden. Man findet oft auf viele Stunden langen Wanderungen fast keine oder nur spärliche Lichenen, plötzlich stoßt man auf einen verhältnismäßig kleinen Strauch, der auf seiner Rinde vom Stamme bis zu den Spitzen der kleinsten Zweige mit Flechten förmlich bedeckt ist. Im geschlossenen Urwalde sind die Stämme der riesigen Waldbäume flechtenlos, nur in den Lichtungen und an Waldrändern werden sie von einigen Flechten besiedelt. Es zeigen sich in dieser Beziehung ähnliche Verhältnisse als im europäischen Waldgebiete. Die Kronen der Waldbäume Samoas hingegen sind für die Besiedelung durch Flechten geeigneter, indes findet man auch hier nur seltener eine reichere Flechtenflorula, da in der von Feuchtigkeit geschwängerten Atmosphäre der Samoa-Inseln die üppig und rasch wachsenden Leber- und Laubmoose die Flechten bald überwuchern und unterdrücken. Reicher an Flechten sind die Kokospalmen am Meeres-

strande, einige der auf diesen Bäumen lebenden Lichenen wurden schon früher geschildert. Auch die Borke der in Samoa durch Kultur eingeführten Holzgewächse bietet den Flechten ein sehr zusagendes Substrat. Von diesen wären insbesondere zu nennen das zum Zwecke der Kautschukgewinnung früher gepflanzte, in Brasilien einheimische *Manihot Glaziovii* und die wegen ihrer süßlich-säuerlich schmeckenden, angenehm erfrischenden Früchte hin und wieder gebaute *Eugenia Mitchellii* Nutt. Daß der Mangrove-Sumpf an rindenbewohnenden Flechten relativ reich ist, wurde schon früher erwähnt.

Charakterisiert wird die Flechtenflora der Samoa-Inseln durch die eben besprochene eigenartige Zusammensetzung und durch die Armut an Arten.

Die Gründe für das erstere dieser Merkmale liegen wohl zweifellos in den klimatischen Verhältnissen, in der gleichmäßigen Wärme (27 bis 28° C. durchschnittliche Mittagswärme) und in dem durch die erheblichen Niederschlagsmengen bedingten hohen und fast stetigen Feuchtigkeitsgehalt der Luft.[1] Diese beiden klimatischen Faktoren begünstigen in erster Linie die Entwicklung und das Wachstum der Flechten mit *Nostoc*-Gonidien, insbesondere dasjenige der Collemaceen, deren gelatinöses Lager unter diesen Umständen keiner Austrocknungsperiode unterliegt und ununterbrochen weiter wachsen und Apothecien bilden kann. Daß diese Gruppe der Flechten tatsächlich von den beiden Faktoren abhängig ist, ergibt sich schon aus der Betrachtung ihres Vorkommens und Auftretens in den gemäßigten Gebieten. Feuchte, geschützte Gräben und Schluchten, welche auch einer reichen Moosvegetation Unterkunft bieten, sind die Lokalitäten, wo man bei uns Collemaceen sucht und findet. Auch die Flechtenfloren subtropischer und tropischer Regionen zeigen, daß die Flechten mit blaugrünen Gonidien feuchte Standorte bevorzugen und, abgesehen von den Glöolichenen, deren Mehrzahl direkt den Xerophyten zuzurechnen ist, mit wenigen Ausnahmen sonnige, trockene Lagen meiden. Größerer Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist ferner auch die Flechten mit *Chroolepus-*, beziehungsweise *Phyllactidium*-Gonidien günstig. Arten dieser biologischen Gruppe trifft man in den gemäßigten Gebieten, wo ihre Zahl allerdings nicht groß ist, auch nur in feuchten Lagen; die *Gyalectaceae, Pyrenulaceae* und *Graphidaceae* sind hier vornehmlich Bewohner des von Wald bedeckten, daher immer von einer bis zu einem gewissen Grad mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft erfüllten Areale. Die Abhängigkeit dieser Gruppe vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft zeigt auch die Tatsache, daß die Zahl ihrer Arten an den Meeresgestaden größer wird, ja daß sogar gewisse systematische Gruppen (zum Beispiel *Roccellaceae*) an die hier gegebenen Bedingungen gebunden sind. Die blattbewohnenden Flechten mit *Phyllactidium*-Gonidien sind ihrem ganzen anatomischen Baue nach an eine feuchtere Luft angewiesen; sie treten auch unter den Tropen nur im Schatten oder Halbschatten auf und besiedeln nie die lederigen Blätter isoliert stehender Sträuche oder Bäume. Mit diesen Angaben läßt sich gut in Einklang bringen eine Beobachtung, welche mir mitzuteilen Herr Prof. Dr. V. Schiffner die Freundlichkeit hatte. Diesem Forscher fiel es auf, daß sowohl in den Wäldern Javas als auch Brasiliens die Stämme und das Blattwerk der Bäume eine reiche Algenvegetation aufweisen, welche aus *Chroolepus* und verwandten Gattungen und ferner aus Nostocaceen gebildet wird, während ein Auftreten von Protococcaceen in größerer Menge nicht zu beobachten war. Die günstigen Bedingungen, welche diesen beiden Algengruppen in den tropischen Gebieten gegeben sind, zeigen ihre Rückwirkung auch auf die Flechtenvegetation; es werden sich viele Flechtengattungen entwickeln können, welche ihre Algenkomponenten den genannten Algengruppen entnehmen. Die *Archilichenes* Th. Fr. sind im allgemeinen allen Verhältnissen angepaßt und gedeihen unter den verschiedensten Umständen gut, denn ihnen gehört stets der größte Prozentsatz der Arten der Flechtenvegetation eines Gebietes an. Es scheint indes, als ob die thallodisch höher stehenden Formen, vielleicht mit Ausnahme der *Usneaceae,* eine unbewegte und höheren Feuchtigkeitsgehalt zeigende Luft weniger gut vertragen würde. Trifft dies zu, dann ließe sich die Armut

---

[1] Vergl. diesbezüglich A. Krämer, Die Samoa-Inseln, Bd. II, p. 362—363, und T. Reinecke, Die Flora der Samoa-Inseln, in Engler's Botan. Jahrbücher, Bd. XXIII, 1897, p. 250—252.

beziehungsweise Mangel an zum Beispiel Lecanoren aus der Sektion *Placodium*, an Parmelien, an *Caloplaca*-Arten u. a. leicht erklären.

Was das zweite Charakteristikum der Flechtenflora der Samoa-Inseln, die Artenarmut, anbelangt, so scheinen einer reicheren Entwickelung der Flechten hauptsächlich zwei Erscheinungen hindernd im Wege zu stehen: einmal die numerische Überzahl und unter dem Einflusse tropischer Wärme und Feuchtigkeit sich sehr schnell entwickelnden Laub- und Lebermoose, die vorwiegend die Stämme der Bäume (mit Ausnahme der Küstenregion) und die wenigen zu Tage tretenden Gesteine überwuchern und den ungleich langsamer wachsenden Flechten die Unterlage rauben oder junge Flechtenanlagen ersticken, demnach ein Mangel an zur Ansiedelung geeigneten Örtlichkeiten, und dann die Eigentümlichkeit vieler Holzgewächse, ihre Borke abzuwerfen, wodurch den Flechten Zeit genommen wird, sich an den Stämmen anzusiedeln. Auch darf bei Betrachtung dieses Punktes nicht außer acht gelassen werden, daß die Samoa-Inseln insgesamt nur ein relativ kleines, bei 3000 km^2 Gebiet darstellen.

Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Direktion der botanischen Staatsanstalten in Hamburg und des königlichen botanischen Museums in Berlin wurde es mir ermöglicht, fast sämtliche Belege zu den Angaben Krempelhuber's und J. Müller's einsehen zu können. Aus der Revision dieses Materials ergaben sich mehrfach Korrekturen, welche ich nicht nur so nebenbei im speziellen Teile dieser Arbeit unterbringen wollte. Ich entschloß mich aus diesem Grunde und auch mit Rücksicht auf eine einheitliche Nomenklatur, alles, was bisher über die Flechtenvegetation Samoas bekannt geworden, systematisch geordnet zusammenzufassen. Der Spezielle Teil umfaßt daher eine vollständige Aufzählung der bisher auf den Samoa-Inseln gesammelten Lichenen; dementsprechend wurde auch der Titel dieses Abschnittes redigiert. Der systematischen Anordnung und der Nomenklatur lege ich meine Bearbeitung der Flechten in Engler und Prantl, Natürlichen Pflanzenfamilien, zu Grunde.

Spezieller Teil.

Ascolichenes.

a) Pyrenocarpeae.

Verrucariaceae.

I. Verrucaria (Web.) Th. Fr.

1. Verrucaria (sect. **Euverrucaria**) **samoënsis** A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epilithicus, tenuissimus, amylaceus, glaucescenti-albidus, subopacus, continuus et tenuissime sat crebre et irregulariter rimulosus vel rarius etiam dispersus et dein hypothallo tenui nigricanti insidens, KHO—, $CaCl_2O_2$—, KHO + $CaCl_2O_2$—, ecorticatus, hyphis medullaribus dense intricatis, non amylaceis, gonidiis pleurococcoideis, copiosis, globosis, mediocribus. Apothecia verrucas depresso-convexas, sessiles, minutas, 0·2—0·3 *mm* latas, basi sensim in thallum abeuntes formantia, amphithecio thallino, thallo concolore, primum maximam partem peritheciorum obducente, demum usque ad medium perithecia obtegente, vertice nigro, epruinoso, opaco; perithecio fuligineo, depresso-semigloboso, dimidiato, basi non dilatato; poro rotundo, 25—27 μ lato; hymenio J vinoso-rubente; paraphysibus mox confluentibus indistinctisque; ascis oblongo-clavatis, 8 sporis; sporis in ascis biserialiter dispositis, oblongis, utrinque rotundatis, rectis vel subrectis, decoloribus, simplicibus, membrama tenui cinctis, 19—23 μ longis et 7·5—9 μ latis. Pycneconidia non visa.

Upolu. An Lavafelsen auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 905, 3393).

Die neue Art gehört in den Formenkreis der *Verrucaria rupestris* (Schrad.) und ist durch das feinrissige Lager, die kleinen aufsitzenden Apothecien und endlich durch die schmalen Sporen leicht kenntlich.

Pyrenulaceae.

II. Arthopyrenia (Mass.) Müll.-Arg.

2. *Arthopyrenia (sect. **Acrocordia**) **limitans**[1] Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXVI (1883), p. 306 et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 406.

Verrucaria limitans Nyl. in Flora, Bd. XLIX (1866), p. 295.

Exsicc.: Wright, Lich. Cubens., Nr. 124!

Var. **samoënsis** A. Zahlbr. n. var.

Apothecia minora, 0·2—0·3 *mm* lata, solitaria vel 2—4 confluentia, depresso-hemisphaerica; perithecio fuligineo, integro, basi in latere parum producto, sed non acuto, in ipsa basi angustiore, sed non

[1] Die mit einem Asteriscus bezeichneten Arten sind für die Flechtenflora Samoas neu.

deficiente, non celluloso; poro rotundo, minuto, 26—28 μ lato; paraphysibus tenuibus, vix 1 μ crassis, strictiusculis, connexo-ramosis; ascis modice arcuatis vel subrectis, 100—110 μ longis et 9—12 μ latis, apice rotundatis, membrana undique incrassata cinctis, 8 sporis; sporis in ascis uniserialiter dispositis, decoloribus, demum dilute fuscescentibus, subfusiformi-oblongis, acutiusculis, uniseptatis, membrana et septo tenui, 18—21 μ longis et 7—8 μ latis. Conceptacula stylosporarum erumpentia, demum sublentiformia, apotheciis paulum minora, in sectione plano-convexa, basi rotundata; perithecio umbrino-fusco, integro, sat tenui, celluloso, cellulis polygonalibus elongatisque, leptodermaticis; strato interiore tenui, decolore; basidiis brevibus; stylosporis oblongis vel oblongo-ovalibus, apicibus rotundatis, rarius ovalibus et uno apice subacutatis, decoloribus, simplicibus, membrana crassiuscula cinctis, 12—24 μ longis et 10—12 μ latis; anaphysibus paraphysiformibus, simplicibus, demum subconfluentibus.

Upolu. Auf den Zweigen der *Thespesia populnea* in den Mangrove-Sümpfen bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5065).

Die Varietät unterscheidet sich vom Typus durch die kleineren, mehr weniger zusammenfließenden Apothecien und die kleineren Sporen. In der Größe der Sporen nähert sie sich der *Arthopyrenia* (sect. *Acrocordia*) *sublimatans* Müll.-Arg.,[1] in welcher sie sich jedoch durch das Gehäuse, welches am Grunde nach außen nicht zugespitzt verlängert ist, unterscheidet. Der Zellinhalt der Stylosporen ist stark lichtbrechend.

III. Polyblastiopsis A. Zahlbr.

3. Polyblastiopsis alboatra A. Zahlbr. n. sp.

Thallus pro parte epiphloeodes, pro parte endophloeodes, pars epiphloeodes tenuissima, effusa, continua, subpulverulenta, alba vel albida, opaca, KHO flavens, $CaCl_2O_2$ —, in margine linea obscuriore non cincta, fere homoeomericus, gonidiis chroolepoideis. Apothecia dispersa, sessilia, convexa vel convexiuscula, parva, 0·4—1 *mm* lata, primum albopruinosa, demum nuda, nigra, opaca, thallo non vestita; perithecio dimidiato, fuligineo, basi extus late et sat anguste producto; hymenio decolore, depresso-sublentiformi, non oleoso, J lutescente; paraphysibus filiformibus, sat laxis, parce sed distincte ramosis et connexis; ascis oblongo-clavatis, apice rotundis, membrana undique parum incrassata cinctis, 62—65 μ longis et 18—20 μ latis, 1—2 sporis; sporis in ascis verticalibus, decoloribus, ovalibus, ovali-ellipsoideis vel ellipsoideis, muralidivisis, septis horizontalibus 9—13, septis verticalibus 3—4, cellulis subcubicis, J vinose rubentibus, 41—50 μ longis et 15—19 μ latis.

Upolu. Auf *Clerodendron* im Mangrove Sumpfe bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 2797).

Habituell gleicht die als neu beschriebene Art außerordentlich der *Polyblastiopsis alba* A. Zahlbr. (*Verrucaria alba* Lojka, Lichenothec. Univ. Nr. 99, *Polyblastia alba* Müll.-Arg. in litt.), letztere besitzt jedoch sechssporrige Schläuche und vielmals kleinere Sporen.

IV. Porina (Ach.) Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Sporae utrinque sensim acutatae . . . . *Porina tetracerae* (Ach.).
B. Sporae utrinque obtuse acutatae. . . . . *Porina samoana* Müll.-Arg.

4. Porina (sect. Euporina) samoana Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 299.

Auf Rinden (Reinecke, ohne Nummer).

---

[1] In Flora, Bd. LXVI, 1883, p. 306.

5. **Porina** (sect. **Euporina**) **tetracerae** Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 401, et Pyrenocarp. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXX, Nr 3 (1888), p. 23; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 223.

Verrucaria tetracerae Ach., Method. Lichen. (1803), p. 121, et Lichgr. Univ. (1810), p. 280; Hue, Lich. exotic., p. 285, Nr. 3319.

Verrucaria mastoidea var. *tetracerae* Nyl., Expos. synopt. Pyrenocarp. (1858), p. 39.

Upolu. Auf den Ästen eines *Ficus* auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 2688, 2787, 2863, 5070).

Var. **saxorum** A. Zahlbr. n. var.

Thallus minus nitidus, sublaevigatus; sporae minores latioresque, 23—28 μ longae et 5–5·5 μ latae.

Upolu. Auf Lavafelsen auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 2850).

V. **Pyrenula** (Ach.) Mass.

Conspectus specierum.

A. Sporae triseptatae:

a) perithecium deplanato-pyramidale, basi planum et ibidem extrorsum patenti-angulatum *Pyrenula mamillana* (Ach.)

b) perithecium subglobosum, basi rotundatum et ibidem extrorsum non angulatum, sed nonnihil parum crassior . . . . *Pyrenula Bonplandiae* Fée.

B. Sporae 5septatae . . . . *Pyrenula sexlocularis* (Nyl.).

6. ***Pyrenula mamillana** Trevis.

Conspect. Verrucar. (1860), p. 13; Müller-Arg. in Engler, Bot. Johrb., Bd. VI (1885), p. 411, et Pyrenocarp. Fécan. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXX, Nr. 3 (1888), p. 30 (ubi synon.).

Verrucaria mamillana Ach., Method. Lich. (1803), p. 120, Taf. III, Fig. 12.

Sawaii. Auf Baumzweigen auf dem Berge Maungaafi im Kammgebiet, zirka 1300 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2905).

7. ***Pyrenula Bonplandiae** Fée.

Esssai Cryptog. Écorc. Offic. (1824), p. 74, Taf. XXI, Fig. 3, et Suppl. (1837), p. 78, Taf. XLI, *Pyrenula* Fig. 7; Müller-Arg. Pyrenocarp. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXX, Nr. 3 (1888), p. 31.

Verrucaria vitrea Eschw. apud Martius, Flora Brasil., Vol. I (1833), p. 130, fide Nylander in Annal. scienc. nat. Bot. Ser. 4*a*, Vol. XV (1861), p. 52, notula; Hue, Lich. exotic., p. 290.

Upolu. Auf den Zweigen von *Hibiscus tiliaceus*, Motootua (Rechinger, Nr. 5004, 5006).

8. ***Pyrenula sexlocularis** Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 401.

Verrucaria sexlocularis Nyl., Lichgr. Nov.-Granat., Prodr. in Acta Soc. Sc. Fennic, Vol. VII (1863), p. 490 (Sep. p. 76) notula Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 126; Lich. Japon. (1890), p. 115, et Sert. Lich. Labuan (1891), p. 15; Hue, Lich. exotic., p. 291.

Thallus KHO haud mutatus. Apothecia numerosa, parva, 0·3—0·75 *mm* lata, immerso-sessilia, nigra, nitidula, poro tenuissimo pertusa, demum elabentia; perithecio fuligineo, completo, hemisphaerico-pyramidali, subtus angustiore, ad basin extrorsum plus minus anguloso-producto.

Die Art gehört in die Sektion *Pyramidales* Müll.-Arg.

Upolu. Auf kultiviertem *Croton* bei Utumapu (Rechinger, Nr. 2643, 2844 pro parte, 2845) und auf den Zweigen der *Rhizophora mucronata* in den Mangrove-Sümpfen bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5151).

VI. Anthracothecium Mass.

Conspectus specierum.

A. Sporae septis horizontalibus 7, regulariter muraliformes, 29—50 × 12—18 μ.
Anthracothecium libricolum Fée.

B. Sporae septis horizontalibus 3—5, irregulariter loculosae, 12—24 × 8—12 μ.
a) thallus ochraceoflavus . . . . *Anthracothecium ochraceoflavum* (Nyl.).
b) thallus lateritius . . . . *Anthracothecium palmarum* (Krph.).

9. *Anthracothecium libricolum Müll.-Arg.

In Linnaea, Bd. XLIII (1880), p. 43; in Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 415, et Pyrenocarp. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXX, Nr. 3 (1888), p. 36; A. Zahlbruckner in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. CXI, Abt. I (1902), p. 368 (ubi synon. et diagn.).

Pyrenula (Pyrenastrum) libricola Fée, Essai Cryptog. Écorc. Offic., Suppl. (1837), p. 82, Taf. XLI, *Pyrenula* Fig. 31.

Verrucaria libricola Nyl., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 126; Hue, Lichen. exotic., p. 288.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. Nr. 2.

Upolu. Auf kultiviertem *Croton* bei Utumapu (Rechinger, N. 2844 pro parte) und auf *Thespesia populnea* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinu (Rechinger, Nr. 5147).

10. Anthracothecium ochraceoflavum Müll.-Arg.

In Linnaea, Bd. XLIII (1880), p. 44; in Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 44, et Bd. XXIII (1897), p. 299; A. Zahlbruckner in Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. CXI, Abt. I (1902), p. 366, Taf. II, Fig. 20—21.

Verrucaria ochraceoflava Nyl., Expos. synopt. Pyrenocarp. (1858), p. 150, et Lich. Nov.-Granat. Prodr. in Acta Soc. Scient. Fennic., Vol. VII (1863), p. 491.

Exsicc.: Wright, Lich. Cubens. exsicc., Ser. II, Nr. 616!

Auf Kokospalmen (Reinecke, Nr. 23 pro parte).

Upolu. An den Stämmen kultivierter Kokospalmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 2817).

11. Anthracothecium palmarum Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 415, et Bd. XXIII (1897), p. 299.

Verrucaria palmarum Krph.! im Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1873), p. 109, Taf. XIV, Fig. 7.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. Nr. 62.

Upolu Auf den Stämmen kultivierter Kokospalmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 2818).
Sawaii. Zwischen Asau und Sataua auf *Cocos nucifera* (Rechinger, Nr. 2829, 2830, 2937).
Auf trockenfaulem Holze (Reinecke, Nr. 23 pro parte).

Astrotheliaceae.

VII. Parmentaria Fée.

12. *Parmentaria astroidea Fée.

Essai Cryptog. Écorc. Offic. (1824), p. 70, Taf. XX, Fig. 1, et Suppl. (1837), p. 67, Taf. XLI, *Parmentaria* Fig. 1; Massalongo, Ricerch. sull'auton. Lich. (1852), p. 145, Fig. 282; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 385, et Pyrenocarp. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol, XXX, Nr. 3 (1888), p. 7.

Verrucaria astroidea Nyl., Lichgr. Nov.-Granat., Prodr. in Acta. Soc. Scienc. Fennic., Vol. VII (1863), p. 489 (Sep. p. 76), et Lich. Nov. Zeland. (1888), p. 132.

Pyrenastrum americanum Spreng., Syst. Veget., Vol. IV, Pars I (1827), p. 248.

Verrucaria aspistea var. *astroidea* Nyl., Expos. synopt. Pyrenocarp. (1858), p. 44.

Pyrenastrum astroideum Tuck., Gener. Lich. (1872), p. 277.

Pyrenastrum gemmeum Tuck. in Americ. Journ. of Scienc. and Arts, Vol. XXV (1858), p. 429.

Heufleria pentagastrica Müll.-Arg. in Linnaea, Bd. XLIII (1880), p. 45.

Heufleridium pentagastricum Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 244.

Upolu. Auf der Rinde von *Hibiscus tiliaceus* bei Motootua (Rechinger, Nr. 2647, 2857, 2859).

Strigulaceae.

VIII. Phylloporina Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Perithecium non fuligineum, thallo obducto et solum vertice liberum; sporae 5—7septatae *Phylloporina epiphylla* Fée.

B. Perithecium a thallo omnino vel pro maxima parte liberum, molle vel fuligineum:
- *a)* perithecium rufulum, molle; sporae 3septatae . . . . *Phylloporina rufula* Krph.
- *b)* perithecium fuligineum:
  - α) sporae uniseptatae . . . . *Phylloporina lamprocarpa* Müll.Arg.,
  - β) sporae 5—6septatae . . . . *Phylloporina nitidula* Müll.-Arg.

13. *Phylloporina (sect. Sagediastrum) lamprocarpa Müll.-Arg.!

Lich. epiphyll. novi (1890), p. 22.

Porina lamprocarpa Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 402.

Conceptacula pynoconidiorum minuta, apotheciis multum minora, sessilia, semiglobosa, nigra nitidaque; perithecio dimidiato, fuligineo; fulcris exobasidialibus; basidiis sat elongatis; pycnoconidiis oblongis, utrinque rotundatis, 3·5 μ et 1 μ latis.

Phylloporina lamprocarpa Müll.-Arg. unterscheidet sich äußerlich von der verwandten *Phylloporina phyllogena* Müll.-Arg.! durch die ganz nackten Perithecien, deren Scheitel etwas zugespitzt ist und sehr stark glänzt.

Opulu: Tiavi. Auf den Blättern einer *Psychotria* (Rechinger, Nr. 5075).

14. *Phylloporina (sect. Sagediastrum) nitidula Müll.-Arg.!

Lichen. epiphyll. novi (1890), p. 22.

Porina nitidula Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 336.

Upolu. Auf den Blättern einer kultivierten *Mangifera indica* bei Malifa (Rechinger, Nr. 2758).

F. **validior** A. Zahlbr. n. f.

Apothecia paulum majora, usque 0·3 *mm* lata; sporae 5-vel 6septatae, 24—26 μ longae et 5—5·5 μ latae.

Upolu. Auf den Blättern kultivierter *Vanilla aromatica* bei Mulifanu (Rechinger, Nr. 5194).

15. ***Phylloporina** (sect. **Segestrinula**) **rufula** Müll.-Arg.!

Lich. epiphyll. novi (1890), p. 21, et in Flora, Bd. LXXIII (1890), p. 196.

Verrucaria rufula Krph., Lich. foliic. Beccar. (1874), p. 20, et in Nuovo Giorn. Bot. Italian., Vol. VII (1875), p. 53.

Porina rufula Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 227.

Verrucaria rubicolor Strtn. in Procced. Philos. Soc. Glasgow, Vol. XI (1878), p. 107.

Porina rubicolor Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 334.

Phylloporina rubicolor Müll.-Arg., Lich. epiphyll. novi (1890), p. 21.

Upolu. Auf den lederigen Blättern eines Waldbaumes auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 5145).

16. **Phylloporina** (sect. **Euphylloporina**) **epiphylla** Müll.-Arg.

Lich. epiphyll. novi (1890), p. 20, et in Journ. Linn. Soc. London, Bot., Vol. XXIX (1892), p. 331.

Porina epiphylla Fée, Essai Cryptog. Écorc. Offic., Suppl. (1837), p. 76; Mont. in Annal. scienc. nat., Bot., Ser. 3*a*. Vol. X (1848), p. 130; Müller-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 332; Wainio, Etud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 226.

Verrucaria epiphylla Nyl., Expos. synopt. Pyrenocarp. (1858), p. 38.

Upolu: Auf den Blättern von *Diospyros samoënsis* A. Gray in den Wäldern auf dem Apiaberg R echinger, Nr. 5146).

IX. Strigula E. Fr.

17. **Strigula complanata** var. **genuina** Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. VI (1885), p. 381, et in Flora, Bd. LXXIII (1890), p. 199.

Phyllocharis complanata Fée, Essai Cryptog. Ecorc. Offic. (1824), p. XCIX, Taf. II, Fig. 3.

Upolu. An lederigen Blättern des *Cinnamomum elegans* auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 5076) und im Kammgebiete bei Tiavi im Urwalde (Rechinger).

Mycoporaceae.

X. Mycoporellum (Müll. Arg.) A. Zahlbr.

18. **Mycoporellum leucoplacum** A. Zahlbr.

In Engler-Prantl, Natürl, Pflanzenfamilien, I. Teil, Abt. 1* (1903), p. 78.

Mycoporopsis leucoplaca Müll.-Arg.! in Flora, Bd. LXIX (1886), p. 78.

Thalli pars epiphloeodes tenuissimus, effusus, continuus, subfarinulentus, cretaceus vel cinereo-albus opacus, KHO vix flavescens, $CaCl_2O_2$ —, in margine passim linea tenui obscurato vel nigricante cinctus; gonidiis chroolepoides. Apothecia dispersa, minuta, 0·3—0·6 *mm* lata, sessilia, rotunda, oblonga vel subirregularia, humilia, convexiuscula, mox nigra, opaca, epruinosa, subgibbosa, mox delabentia, thallo non cincta; perithecio nigro, dimidiato, basi non patente, subinflexo, hymeniis et ostiolis pluribus, septis fuscescentibus completis vel subincompletis, ostiolis rotundis, 18—38 μ latis; paraphysibus non gelatinose

confluentibus, sed parum distinctis, granuloso-intricatis; hymenio J haud tincto; ascis oblongo-ellipsoideis, versus apicem breviter cuspidatis, in ipso apice truncato-rotundatis vel subtruncatis, membrana apice bene incrassata cinctis, 50—56 μ longis et 16—22 μ latis; sporis in ascis biserialibus, decoloribus, oblongis vel ovali-oblongis, apicibus rotundatis, uni- rarius triseptatis, ad septum primarium leviter constrictis, cellula inferiore nonnihil parum latiore, membrana tenui praeditis, sine halone, 21—24 μ longis et 5·5—6 μ latis. Conceptacula pycnoconidiorum nigra, punctiformia, semiemersa, globosa; perithecio dimidiato; fulcris exobasidialibus; basidiis angustis; pycnoconidiis cylindrico-filiformibus, rectis vel subrectis, 13—17 μ longis et ad 0·5 μ latis.

Upolu. Auf *Clerodendron*-Zweigen im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5163).

Müller-Arg. sagt in seiner Diagnose, daß die Sporen bald braun werden, doch konnte ich dies an den Originalstücken nicht beobachten. Auch die Größe der Sporen fand ich mit meinen Angaben übereinstimmend. Die Flechte dürfte unter den Tropen weit verbreitet sein.

b) Gymnocarpeae.

Arthoniaceae.

XI. Arthonia (Ach.) A. Zahlbr.

Conspectus specierum.

A. Apothecia lutescentia vel luteo-testacea . . . . *Arthonia antillarum* (Fée).
B. Apothecia rubella, rubro-fuscescentia vel obscurato-fusca:
  a) sporarum cellula terminalis caeteris major, sporae 3—4septatae, 17—20 × 7—8 μ
  Arthonia gregaria var. *adspersa* (Mont.)
  b) sporae 5septatae, 28—31 × 11—13 μ, cellulae polares cellulis 3 mediocribus multe majores
  Arthonia rubella (Fée)
  c) sporae 5septatae, 16—18 × 5—5·5 μ, cellula terminalis cellulis caeteris major
  Arthonia conferta (Fée).

19. *Arthonia conferta Nyl.

Enum. génér. Lich. in Mém. Soc. Scienc. Nat. Cherbourg, Vol. V (1857), p. 132; Müller-Arg., Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 55; Willey, Synops. Arthon. (1890), p. 12; Hue, Lich. exotic., p. 261, Nr. 2993.

Coniocarpon confertum Fée, Essai Cryptog. Écorc. Offic., Suppl. (1837), p. 95, Taf. XLII, Fig. 5.

Upolu. Auf den Ästen von *Rhizophora mucronata* im Mangrove-Sumpfe bei Apia (Rechinger Nr. 3161).

20. *Arthonia rubella Nyl.

Enum. génér. Lich. in Mém. Soc. Scienc. Nat. Cherbourg, Vol. V (1857), p. 89; Müller-Arg., Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 56; Willey, Synops. Arthon. (1890), p. 11; Hue, Lich. exotic., p. 260, Nr. 2971.

Graphis rubella Fée, Essai Cryptog. Écorc. Offic. (1824), p. 43, Taf. XI, Fig. 5, et Suppl. (1837), p. 31, Taf. XXXIX, *Graphis*, Fig. 26.

Upolu. Auf kultiviertem *Bambus* bei Apia (Rechinger, Nr. 5144).

Die Sporen fand ich 28—31 μ lang und 11—13 μ breit. Die beiden endständigen Zellen der Sporen sind bedeutend größer als die drei mittleren; von letzteren sind die beiden oberen Fächer sehr schmal, die unterste etwas breiter.

21. *Arthonia gregaria Körb.

Syst. Lich. Germ. (1855), p. 167; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 162; Willey, Synops. Arthon. (1890), p. 7.

Sphaeria gregaria Weig., Observ. Bot. (1772), p. 43, Taf. II, Fig. 10.

Var. adspersa Nyl.

Synops. Lich. Nov. Caled. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 99; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 107; Willey, Synops. Arthon. (1890), p. 8.

Ustalia adspersa Mont. in Annal. scienc. natur. Bot., Ser. 2a, Vol. XVIII (1842), p. 278.

Upolu. Auf kultivierter *Eugenia Mitchelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 2811).

22. *Arthonia antillarum Nyl.

In Flora, Bd. L (1867), p. 7, et Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 100; Müller-Arg., Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 55; Willey, Synops. Arthon. (1890), p. 4; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 161.

Coniocarpon antillarum Fée, Essai Cryptog. Écorc. Offic., Suppl. (1837), p. 94, Taf. XLII, Fig. 4.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Mitchelii* bei Matootua (Rechinger, Nr. 5156).

Die Sporen fand ich in den samoanischen Exemplaren 12—14 μ lang und 4—5 μ breit.

XII. Arthothelium Mass.

23. Arthothelium samoanum A. Zahlbr. n. sp.

Thalli pars epiphloeodes tenuis, effusa, continua, partim cervino-rufescens, partim cinerascens, opacus, KHO —, in margine linea crassiuscula nigra cincta, ecorticata, fere homoeomerica, gonidiis chroo-epoidiis, hyphis medullaribus non amylaceis. Apothecia subinnata vel subsessilia, majuscula, usque 3 *mm* longa et 0·3—0·9 *mm* lata, irregularia, oblonga vel plus minus elongata, simplicia vel subramosa, planiuscula vel leviter convexa, nigra, opaca, omnino epruinosa, emarginata; hymenio 90—120 μ alto, pallide sordidescente vel fere decolore, spumoso-oleoso, J e coerulescente vinose rubente et demum obscurato; hypothecio pallido vel fuscescente; epithecio nigricante fuscescente; paraphysibus tenuissimis, dense ramoso-connexis, ascis late ovalibus vel ovalirotundatis, membrana apice bene incrassate cinctis, 8 sporis, 70—74 μ longis et 50—54 μ latis; sporis in ascis subverticalibus vel obliquis, primum decoloribus, demum fumoso-fuscescentibus, murali-divisis, septis horizontalibus 10—12, septis verticalibus usque 4, cellulis subcubicis vel subquadrangularibus, membrana tenui cinctis, 33—38 μ longis et 12—15 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf Rinden bei Malifa (Rechinger, Nr. 5155).

Von *Arthothelium nucis* Müll.-Arg. durch das helle Hypothecium und größere Sporen, von *Arthothelium macrotheca* (Fée) Müll.-Arg. durch stets unbereifte Apothecien und kleinere, weniger septierte Sporen verschieden.

Graphidaceae.

XIII. Opegrapha Humb.

24. *Opegrapha (sect. Euopegrapha) agelaeoides Nyl.

In Journ. Linn. Soc. London, Bot., Vol. IX (1865), p. 257, et Lich. Nov. Zeland. (1888), p. 114, Taf. I, Fig. 9; Müller-Arg. in Bull. Herb. Broissier, Vol. II (1894), Appendix I, p. 78.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Mitchelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 5160).

XIV. **Graphis** (Adans.) Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Lirellae immersae vel subimmersae, tenuiores:

a) discus apotheciorum nudus; sporae 5septatae, cellulae terminales cellulis caeteris majores *Graphis tenella* Ach.

b) discus apotheciorum pruinosus; sporae 6—8septatae, cellulis aequalibus *Graphis scripta* var. *serpentina* (Ach.).

B. Lirellae emersae, validiores, pruinosae; discus apotheciorum glauco-pruinosus *Graphis Pavoniana* Fée.

25. **Graphis** (sect. **Eugraphis**) **tenella** Ach.

Synops. Lich. (1814), p. 81; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 121; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 298.

An Rinden (Reinecke, ohne Nummer).

Upolu. An Rinden bei Motootua (Rechinger, Nr. 2645, 5162).

26. **Graphis** (sect. **Eugraphis**) **scripta** var. **serpentina** Nyl.

Prodr. Lichgr. Galliae in Acta. Soc. Linn. Bordeaux, Vol. XXI (1856), p. 395 (Sep. p. 149); Körber, Syst. Lich. Germ. (1855), p. 287; Arnold in Flora, Bd. LXVII (1884), p. 654.

Opegrapha serpentina Ach., Method. Lich. (1803), p. 29.

Auf Rinden (Reinecke, ohne Nummer).

27. ***Graphis** (sect. **Eugraphis**) **Pavoniana** Fée.

Essai Cryptog. Ecorc. Offic. (1824), p. 40,[1] et Suppl. (1837), p. 29, Taf. XXXIX, Fig. 20; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 105; Müller-Arg., Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 33.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Mitchelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 5156), auf *Desmodium* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu Malifa(Rechinger, Nr. 2807) und auf Kokosstämmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 3113).

XV. **Phaeographis** Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Perithecium basi deficens, solum lateraliter evolutum, fuligineum . *Phaeographis inusta* (Ach.).
B. Perithecium completum, fuligineum . . . . *Phaeographis diversa* (Nyl.)

28. ***Phaeographis** (sect. **Melanobasis**) **diversa** Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 336, et Bd. LXXI (1888), p. 522.

Graphis diversa Nyl., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Nr. 2*a*, Vol. II (1868), p. 113; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1878), p. 106; Wainio in Journ. of Botany, New Series, Vol. XXXIV (1896), p. 259.

[1] Siehe Müller-Arg. a. o. a. O. Im Exemplare des Wiener Hofmuseums findet sich diese Art auf p. 40 nicht erwähnt.

Solenographa confluens Mass.! Esame compar. di alc. gener. (1860), p. 26; Krempelhuber in Verhandl. Zool.-bot. Gesellsch. Wien, Bd. XXI (1871) Abhandl. p. 866, Taf. VII.

Upolu. Auf *Coccos nucifera* bei Malifa (Rechinger, Nr. 5007).

Krempelhuber a. o. a. O. bezweifelt, daß *Lecanactis confluens* Mont. (= *Solenographa confluens* Mass.) zur echten *Arthonia confluens* Fée gehört. Die Berechtigung dieser Zweifel geht deutlich aus der von Müller-Arg.[1] durchgeführten Revision der Flechten Fée's hervor; es wird dort nachgewiesen, daß »*Arthonia confluens* Fée« eine Mischart ist, welche zwei verschiedene Spezies, nämlich *Graphina confluens* Müll.-Arg. und *Lecanactis Féeana* Müll.-Arg. umfaßt, von denen keine mit *Phaeographis diversa* in Zusammenhang gebracht werden kann.

29. * **Phaeographis** (sect. **Hemithecium**) **inusta** Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 383, et Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 26.

Graphis inusta Ach., Synops. Lich. (1814) p. 85; Nylander, Synops. Lich. Nov. Caled. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 112; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 115.

Upolu. Auf *Desmodium*-Zweigen im Mangrove-Sumpf bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 2806).

Wie die meisten Graphidaceen ist auch *Phaeographis inusta* (Ach.) in Bezug auf die Gestalt und Bereifung der Lirellen recht veränderlich. Die samoanischen Stücke zeigen stumpfendige, zumeist einfache, wenig gekrümmte Lirellen und eine schwarze, unbereifte Fruchtscheibe.

XVI. **Graphina** Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Perithecium fuligineum:

- *a*) perithecium basi completum . . . . *Graphina streblocarpa* (Bél.),
- *b*) perithecium lateraliter solum evolutum:
  - α) lirellae lateraliter non aut haud thallo vestitae; asci 4—8spori *Graphina platycarpa* (Eschw.),
  - β) lirellae lateratiter crasse et usque ad verticem thallo vestitae; asci 1—3spori *Graphina Pelletieri* (Fée).

B. Perithecium pallidum vel fuscum:

- *a*) lirellae subsessiles, elongatae; discus rufescenti-ruber . . . *Graphina samoana* A. Zahlbr.,
- *b*) lirellae erumpentes, quasi velatae, non elongatae; discus fusco-nigricans *Graphina incrustans* (Fée).

30. ***Graphina** (sect. **Thalloloma**) **incrustans** Müll.-Arg.

Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 47; in Revue Mycolog. (1887), p. 81, et in Bull. Herb. Boissier, Vol. III (1895), p. 48.

Fissurina incrustans Fée, Essai Cryptog. Ecorc. Offic. (1834), p. 60.

Graphis incrustans Nyl., Énum. génér. Lich. in Mém. Soc. Scienc. Nat. Cherbourg, Vol. V (1857), p. 130; Hue, Lich. exotic., p. 247, Nr. 2766.

---

[1] Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genevè, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 19 und 45.

Graphis nitidescens Nyl. apud Tuckerman, Synops. N. Americ. Lich., Vol. II (1888), p. 123.

Fissurina nitidescens Nyl., Lich. Japon. (1890), p. 108.

Thallus epiphloeodes, tenuis, 60—70 μ crassus, continuus, submembranaceus, lutescenti-albidus subopacus, KHO e flavo lateritius, in margine linea nigra tenui passim cinctus, in parte superiore ex hyphis dense contextis subhorizontalibus immixtis elementis substrati formatus, in parte inferiore fere homoeomericus et gonidia chroolepoidea, plus minus concatenata continens. Apothecia linearia, e thallo erumpentia et parum prominula, simplicia vel parum ramosa, semper curvata vel tortuosa, 1—2 *mm* longa, labellis conniventis et thallinovestitis quasi velatis; disco rimiformi, angustissimo, fusconigricante, epruinoso, excipulo molli, primum lutescente et KHO rufescente, demum lutescenti-fusco vel fuscescente, lateraliter solum evoluto, labiis basi divergentibus, epithecio fuscidulo; hymenio decolore, non oleoso, J non tincto; paraphysibus simplicibus, eseptatis, apice haud latioribus, strictiusculis; hypothecio decolore, ex hyphis densissime intricatis formato; ascis oblongis, apice rotundatis, 6—8sporis; sporis decoloribus, ellipsoideis vel ovali-ellipsoideis, murali-divisis, septis horizontalibus 6—8, subirregularibus vel obliquis, septis verticalibus 1—2, membrana tenui cinctis, 20—32 μ longis et 9—12 μ latis. Conceptacula pycnoconidiorum punctiformia, 0·1—0·13 *mm* lata, nigra, semiemersa, globosa; perithecio fusco-nigricante subcelluloso, dimidiato; fulcris exobasidialibus; pycnoconidiis subbacillaribus vel oblongo-bacillaribus, apicibus rotundatis, rectis, 3·5—4 μ longis et vix 1 μ crassis.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Mitchelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 5159).

31. Graphina (sect. Chlorogramma) samoana A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, late effusus, 0·2—0·5 *mm* crassus, subtartareus, continuus, laevigatus vel subrugulosus, glaucescens, nitidus, KHO ferrugineus, in margine linea obscura cinctus, superne corticatus, cortice usque 35 μ alto, ex hyphis tenuibus, horizontalibus, dense contextis formato; gonidiis chroolepoideis, cellulis concatenatis vel subliberis, 8—12 μ longis. Apothecia numerosa totum fere thallum obtegentia, emersosessilia, lirellis approximatis, varie, utplurimum tamen iteratim dichotome ramosis, elongatis, plus minus parallelis, 0·2—0·3 *mm* latis, subrectis vel modice flexuosis vel curvatis, basi non constrictis, thallino-vestitis; labiis angustis, conniventibus, superne parum pallidioribus, integris vel in latere longitrorsum leviter et pauci (1—2) striatulo; disco rimiformi, rufescenti-rubro, opaco, epruinoso; perithecio pallido, lutescente, KHO demum ferrugineo, integro, in latere angustiore; epithecio pulverulento, fuscescente; hymenio in sectione transversali triangulari, decolore, 70—85 μ alto, non oleoso, J lutescente; paraphysibus filiformibus, tenuibus, circa 1·5 μ crassis, eseptatis, apice non incrassatis, strictis; hypothecio decolore, ex hyphis dense intricatis formato; ascis subcylindricis, rectis, hymenio aequilongis, 9—11 μ latis, rectis, apice rotundata membrana parum incrassata cinctis; sporis in ascis uniserialibus, plus minus obliquis, decoloribus, late ellipsoideis vel ellipsoideis, demum murali-divisis, septis horizontalibus 4, septis verticalibus 2, cellulis rotundatis vel transversim ellipsoideis, 10—13 μ longis et 5—6 μ latis, J violaceo- obscuratis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf der Rinde riesiger Waldbäume bei Vailima (Rechinger, Nr. 2911), auf dem Apiaberg, Nr. 2681), auf dem Lanutoo (Rechinger, Nr. 2737).

Sawaii. Im Urwalde bei Assau, auf Baumstämmen (Rechinger, Nr. 2910).

32. *Graphina (sect. Eugraphina) Pelletieri Müll.-Arg.

Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 42.

Opegrapha Pelletieri Fée, Essai Cryptog Écorc. Offic. (1824), p. 32, Taf. XV, Fig. 1, et Supplem. (1837), p. 25.

Graphis Pelletieri Nyl. in Annal. scienc. nat. Bot., Ser. 5*a*, Vol. VII (1867), p. 330 notula; Hue, Lich. exotic., p. 235, Nr. 2590.

Upolu. Auf den Stämmen kultivierter Kokospalmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 5164).

33. Graphina (sect. Aulacographa) platycarpa A. Zahlbr.

In Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. CXI, Abt. I (1902), p. 385.

Graphis platycarpa Eschw. apud Martius, Flora Brasil., Vol. I (1833), p. 74.

Graphis sophistica Nyl., Lich. Nov. Granat. Prodr. in Acta Soc. Scient. Fennic., Vol. VII (1863), p. 465 (Sep. p. 51), et Lich. Nov. Zeland. (1888), p. 125.

Graphina sophistica Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXIII (1880), p. 40, Bd. LXXI (1888), p. 509, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 298.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 25).

Upolu. Auf den Zweigen von *Rhizophora mucronata* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinu (Rechinger Nr. 5152), in einer Form, welche der var. *recta* Müll.-Arg.[1] nahe kommt, von dieser jedoch durch den nicht dicht vom Lager bekleideten Lirellenrand abweicht.

34. *Graphina (sect. Solenographina) streblocarpa Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 502, et Bd. LXX (1887), p. 402.

Opegrapha streblocarpa Bél., Voy. Ind.-Orient., 2e part. (1834—1838), p. 134.

Graphis streblocarpa Nyl. in Flora, Bd. XLIX (1866), p. 133, Krempelhuber! in Journ. Museum Goddeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 105.

Leiorreuma streblocarpum Mass. apud Krempelhuber in Verhandl. d. Zool.-bot. Gesellsch. Wien, Bd. XXI (1871), Abh. p. 866.

Upolu. Auf Stämmen kutlivierter Kokospalmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 2860).

XVII. Phaeographina Müll.-Arg.

35. Phaeographina chrysentera var. purpurata Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897) p. 298.

Upolu. Laulii-Flußgebiet, auf Rinden (Reinecke, Nr. 6).

XVIII. Helminthocarpon Fée.

36. Helminthocarpon samoënse A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, tenuissimus, 35—40 μ crassus, effusus, continuus, lacteus vel cinerascenti-lacteus, opacus, KHO ochraceo-flavescens vel subaurantiacus, $CaCl_2O_2$ —, in margine linea tenui nigricante cinctus, ecorticatus, fere homoeomericus; hyphis dense intricatis, tenuibus, leptodermaticis, non amylaceis; gonidiis chroolepoideis, cellulis haud concatenatis, subglobosis vel late ellipsoideis, 9—12 μ longis. Apothecia dispersa, sessilia, elliptica, oblongo-elliptica vel subrotunda, rarius parum irregularia, pumila, parva, 0·8—3 *mm* longa et 0·7—1 *mm* lata, plana, dense albo-pruinosa; margine thallino tenui, parum prominulo, obtusiusculo; excipulo fuligineo, lateraliter infra marginem thallodem sito, haud vel bene evoluto, sat angusto, basin versus furcato, ramis horizontaliter in marginem thallodem penetrantibus, cum hypothecio angusto, fuligineo confluente; epithecio crasso, pulverulento, albido, KHO non tincto, sed

[1] In Bull. Herb. Boissier, Vol. III (1895), p. 321.

dissoluto, $CaCl_2O_2$ —; hymenio 90—110 μ alto, decolore, guttulas oleosas paucas continente, J —; paraphysibus filiformibus, circa 1 μ crassis, increbre ramosis et connexis, apice non latioribus, eseptatis; ascis oblongoclavatis, basi cuneatis, apice rotundatis et ibidem membrana valde incrassata cinctis, hymenio subaequilongis, monosporis; sporis in ascis verticalibus, decoloribus, ellipsoideis vel oblongo-ellipsoideis, apicibus rotundatis, rectis vel subrectis, murali-divisis, septis horizontalibus circa 20, septis verticalibus 4—8, cellulis subquadrangularibus, membrana tenui cinctis, 80—145 μ longis et 20—39 μ latis.

Upolu. Auf der Rinde von *Brugiera Rhedii* im Mangrove-Sumpfe bei Apia (Rechinger, Nr. 2670).

Steht dem neukaledonischen *Helminthocarpon platyleucum* (Nyl.!) Müll.-Arg. zunächst und unterscheidet sich von diesem durch das dünne, milchweiße Lager, durch die stets sitzenden, niedrigen Apothecien, welche im Umfange rundlich bis länglich, jedoch nie lineal sind, und durch etwas größere Sporen.

Chiodectonaceae.

XIX. Glyphis (Ach.) Fée.

37. Glyphis cicatricosa Ach.

Synops. Lich. (1814), p. 107; Feé, Essai Cryptog. Ecorc. Offic., Supplem. (1837), p. 48, Taf. XXXVI, Fig. 5; Müller-Arg., Graphid. Feean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 61.

Graphis (sect. *Glyphis*) *cicatricosa* Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 127.

Upolu. Auf den Zweigen des *Hibiscus tiliaceus* (Rechinger, Nr. 2858) und von *Eugenia Mitchelii* (Rechinger, Nr. 2809) bei Matootua, auf den Zweigen von kultiviertem *Codiaeum* bei Utumapu (Rechinger, Nr. 2844 pro parte).

Var. lepida A. Zahlbr.

Glyphis lepida Krph.! in Journ. Museum Goddeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874) p. 107.

Upolu. Auf Baumrinden (Gräffe, Nr. 11), auf *Desmodium* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinu. (Rechinger, Nr. 5154).

Glyphis lepida Krph. ist als Art nicht aufrecht zu erhalten und selbst nur eine Varietät von geringem Wert. Die Fruchtscheiben sind an den Krempelhuber'schen Originalstücken rundlich bis rundlich-eckig und bleiben zumeist getrennt.

Die Varietät *simplicior* (Wainio) A. Zahlbr. verbindet die Krempelhuber'sche Form mit der Stammart, welche lineale und mehr weniger verzweigte Scheiben besitzt. Die Gestalt der Fruchtscheiben wechselt bei *Glyphis cicatricosa* Ach. derart, daß sie als Merkmal zur Abgrenzung von Varietäten, beziehungsweise von Formen kaum verwendet werden kann. Auch das zweite von Krempelhuber angegebene Merkmal, nämlich die Rotfärbung des Lagers bei var. *lepida* durch Kalilauge, ist nicht von Bedeutung, da sie hellagerige Formen der Stammform ebenfalls aufweisen.

XX. Sarcographa Fée.

38. *Sarcographa tricosa Müll.-Arg.

Graphid Feean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 63.

Graphis tricosa Ach., Lich. Univ. (1810), p. 674; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890) p. 116.

Glyphis tricosa Ach., Synops. Lich. (1814) p. 107.

Upolu. Auf den Zweigen eines *Desmodium* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5153).

XXI. Chiodecton (Ach.) Müll.-Arg.

Conspectus specierum.

A. Thallus superne in centro isidioso-papillosus, $CaCl_2O_2$ erythrinus *Chiodecton heterotropoides* Nyl.

B. Thallus isidiis destitutus, $CaCl_2O_2$ — . . . . *Chiodecton microdiscum* A. Zahlbr.

39. Chiodecton (sect. Byssophorum) microdiscum A. Zahlbr. n. sp.

Thallus substrato adpressus, membranaceo-byssinus laxe centextus, mollis, isidiis destitutus, aequalis, cinereoglaucus, opacus, KHO sordide ochraceo- lutescens, $CaCl_2O_2$ —, in ambitu sublobatus et tenuiter albocinctus, zonam byssoideam non formans, homoeomericus. Stromata sessilia, cretaceo-alba vel rubescenti-albida, parva, 0·5—1·2 *mm* lata, rotundata, irregularia vel parum inciso-lobata, basi modice constricta, intus albida, KHO e flavo ferruginea, extus lateraliter tomentosula, tomento ex hyphis liberis, sat brevibus formato, demum plus minus denudata, basi intus obscurata et in parte marginali gonidia includentia, obtuse marginata; discis sat numerosis, nigris, subimmersis, minimis, punctiformibus, perithecio in sectione subrotundato, integro, sat angusto, fusco-nigricante, basi latiore, sed non conice producto; epithecio fuscescente; hymenio decolore, 155—165 μ alto, J lutescente; paraphysibus laxe ramoso-connexis, 1·6—1·8 μ crassis; ascis oblongo-clavatis, apice membrana parum incrassata cinctis, 90—110 μ longis et 17—20 μ latis, 8 sporis; sporis in ascis verticalibus, decoloribus, in uno apice rotundatis, in altero apice sensim angustatis, plus minus curvatis, 7septatis, cellulis cylindricis, septis tenuibus, 40—62 μ longis et ad 3·5 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf Baumrinden bei Utumapu (Rechinger, Nr. 3195).

Sawaii. Auf Baumstämmen im Walde zwischen Aopo und Assau (Rechinger, Nr. 3077).

Kommt dem *Chiodecton laevigatum* Fée zunächst und ist von diesem durch die mehr graue Farbe des Thallus, durch die kleinen, am Grunde etwas verschmälerten Stromen und endlich durch die langen 8zelligen Sporen verschieden.

40. Chiodecton heterotropoides Nyl. apud Fourn.

Mexic. Plant. Enum., Pars. I (1872), p. 6; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 298.

Upolu. Auf Moosen im Kammgebiet (Reinecke, Nr. 70, 77 pro parte).

Lecanactidaceae.

XXII. Pseudolecanactis A. Zahlbr. n. gen.

Thallus crustaceus, uniformis, hyphis medullaribus substrato affixus, fere homoeomericus, gonidiis chroolepoideis; apothecia sessilia, rotunda, lecideina, margine proprio solum cincta, perithecio et hypothecio fuligineo, paraphysibus simplicibus, eseptatis, ascis 8sporis, sporis decoloribus, simplicibus, membrana tenui cinctis.

Unterscheidet sich von *Lecanactis* (Eschw.) Wainio durch die einzelligen Sporen, von *Lecidea* sect. *Eulecidea* Th. Fr. durch die Gonidien.

41. Pseudolecanactis filicicola A. Zahlbr. n. sp.

Thallus crustaceus, uniformis, glaucescens vel viridescenti-cinerascens, opacus, continuus, tenuissimus, submembranaceus, in superficie subpulverulentus vel subleprosus, in margine linea obscuriore non cinctus, gonidiis chroolepoideis, concatenato-glomerulosis, cellulis oblongis vel subirregularibus, 5—8 μ longis, viridescentibus, membrana parum incrassata cinctis. Apothecia minuta, 0·2—0·3 *mm* lata, elevato-sessilia, basi parum constricta, dispersa vel hinc inde approximata, lecideina, primum leviter convexa, demum fere plana; disco dense umbrino-vel substestaceo-farinoso, opaco; margine tenui, nigro, nudo vel plus minus pruinoso, integro, acutiusculo, parum prominulo; hymenio decolore, apice haud colorato, 40—52 μ alto, J e pallide coeruleo subaeruginascente; hypothecio crasso, fuligineo cum excipulo fuligineo, in margine anguste decolore, confluente; paraphysibus conglutinatis, simplicibus, eseptatis, apice haud latioribus, gelatinam sat firmam percurrentibus; ascis oblongis, hymenio subaequilongis, 8sporis; sporis in ascis biserialibus, decoloribus, simplicibus, ovali-ellipsoideis vel ovalibus, membrana tenuissima cinctis 9—10 μ longis et 3·5—4 μ latis. Pycnoconidia ignota.

Upolu: Auf dem Rhizome eines epiphytischen Farns auf dem Berge Mangaafi, 1300 bis 1400 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2711).

XXIII. Lecanactis (Eschw.) Wainio.

Conspectus specierum.

A. Sporae 3septatae, 14—16 × 4·5—5·5 μ . . . . . *Lecanactis premnea* var. *chloroconia* Tuck.

B. Sporae 5—11septatae, 27—36 × 3·5—4 μ . . . . *Lecanactis plurilocularis* (Nyl.)

42. *Lecanactis premnea Wedd.

In Mém. Soc. Nat. Scienc Natur. Cherbourg, Vol. XIX (1875), p. 265., Tuckerman, Synops. N. Americ. Lich., Vol. II (1888) p. 114; Olivier; Expos. syst. Lich. Ouest France, Vol. II (1900), p. 44.

Lecidea premnea Ach., Lichgr. Univ. (1810) p. 173; Nylander, Lich. Scand. (1861), p. 241.

Pragmopora premnea Körb., Parerg. Lichenol. (1861), p. 280.

Biatora premnea α) corticola Hepp, Flecht. Europ., Nr. 514.

Var. chloroconia Tuck.

Gener. Lich. (1872), p. 194, et Synops. N. Americ., Lich., Vol. II (1888), p. 115.

Lecanactis chloroconia Tuck. in Proceed. Americ. Acad. Arts and Scienc., Vol. VI (1864) p. 285.

Thallus glaucescens, minute granulosus, in margine linea nigricante cinctus. Apothecia disco aeruginoso-pruinoso, margine tenui, nigro, nitido, integro, discum haud superante; sporis oblongo-subfusiformibus, apicibus rotundatis, 3septatis, 14—16 μ longis et 4—5·5 μ latis.

Upolu. Auf den Zweigen der *Rhizophora mucronata* im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5150).

Diese kleinsporige Varietät dürfte von *Lecidea premnea* var. *deminuens* Nyl., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 93, nicht verschieden sein.

43. *Lecanactis plurilocularis A. Zahlbr.

Lecidea premnea var. *plurilocularis* Nyl. in Annal. Scienc nat. Bot., Ser. 4*a*, Vol. XV (1861), p. 49.

Lecidea plurilocularis Nyl., Lichgr. Nov. Granat., Prodr. in Acta Soc. Scient. Fennic., Vol. VII (1863), p. 463, (Sep. p. 49), Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 93, et Lich. Japon. (1890), p. 111.

Opegrapha (sect. *Lecanactis*) *plurilocularis* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXV (1882), p. 331 et 504.

Exsicc.: Lojka, Lichenoth. Univ. Nr. 141.

Excipulum et hypothecium fuligineum, KHO aeruginoso-nigrum; epithecium ochraceo-fulvescens, pulverulentum, crassiusculum, KHO solutionem aurantiaco-luteam effundens; asci 8spori; sporae in ascis verticales, subfusiformes, apicibus plus minus rotundatis, 5—12septatae, primum halone mediocri circumdatae, 27—36 μ longae et 3·5—4 μ latae, rectae vel leviter curvatae. Hyphae medullares non amylaceae.

Upolu. Auf den Zweigen eines *Ficus* auf dem Apiaberg, zirka 350 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 5071) und im Mangrove-Walde bei Apia (Rechinger, Nr. 2713).

Das Lager der samoanischen Exemplare ist etwas dunkler, ins Olivenbraune spielend, und die Fruchtscheibe ist in der Jugend lederbraun bereift. In Bezug auf das letztere Merkmal würden die Stücke daher zu var. *pruinosa* (Müll.-Arg.) gehören, indes sind die jungen Apothecien der von Lojka ausgegebenen, von Nylander bestimmten Exemplare ebenfalls bereift, nur geht die Bereifung später verloren. Die Bereifung der Scheiben ist daher zur Abgrenzung von Varietäten nicht geeignet.

Pilocarpaceae.

XXIV. Pilocarpon Wainio.

44. Pilocarpon lecanorinum A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphyllus, tenuissimus, 33—36 μ crassus, maculas discretas, rotundatas vel confluentes formans, continuus, albido-glaucescens, opacus, KHO —, granulis minutis, albidis crebre adspersus, in margine linea obscuriore non cinctus, subhomoeomericus, gonidiis pleurococcoideis, globosis, 5—8 μ latis, laete viridibus, membrana sat tenui cinctis, hyphis medullaribus non amylaceis. Apothecia sessilia, basi parum angustata, parva, 0·5—0·8 *mm* lata et 0·15—0·18 *mm* alta, rotunda vel pressione mutua subangulosa, habitu lecanorino; disco concaviusculo vel subplano, versicolore, alutaceo, alutaceo-fuscescente, carneo-rufescente vel rufescenti-fuscescente, opaco, epruinoso; margine albo, paulum prominulo, integro vel subintegro, permanente, extus non tomentoso; excipulo parum infra hypothecium producto, ex hyphis dense intricatis formato, in sectione cinereo, gonidia non continente; hypothecio rufescenti-fuscescente, ex hyphis dense intricatis formato, strato gonidiifero angusto superposito; hymenio decolore, in parte suprema haud tincto, sat angusto, 42—55 μ alto, J intense coeruleo; paraphysibus simplicibus, filiformibus, eseptatis, apice non crassioribus; ascis hymenio subaequilongis, oblongo-cuneatis, apice rotundate et ibidem membrana incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis subbiserialibus, obliquis, decoloribus, oblongo-fusiformibus vel dactyloideo-oblongis, apicibus rotundatis, rectis vel leviter curvatis, 3septatis, septis tenuissimis, membrana tenui cinctis, 9—12 μ longis et 2 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf den lederigen Blättern verschiedener Bäume und Sträuche *(Myristica inutilis, Ixora amplifolia, Diospyros samoënsis)*, auf dem Apiaberg in Wäldern (Rechinger, Nr. 3390).

Die neue Art scheint dem brasilianischen *Pilocarpon polychromum* A. Zahlbr. (Syn.: *Patellaria* [sect. *Bilimbia*] *polychroma* Müll.-Arg.[1]) zunächst zu stehen, besitzt jedoch vielmals schmälere Sporen und nicht tomentos berandete Apothecien.

---

[1] Lich. epiphyll. novi (1890), p. 8.

Chrysothricaceae.

XXV. Crocynia (Ach.) Nyl.

45. Crocynia gossypina Nyl.

Lich. Japon. (1890), p. 59.

Lichen gossypinus Sw., Flora Ind. Occid., Vol. III (1796), p. 1887.

Lecidea (Crocynia) gossypina Ach., Lichgr. Univ. (1810), p. 217, et Synops. Lich. (1814), p. 54.

Byssocaulon gossypinum Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. V (1884), p. 138, et Bd. XXIII (1897), p. 297.

Auf alten Baumstämmen fruchtend (Reinecke, Nr. 58).

Thelotremaceae.

XXVI. Ocellularia Spreng.

46. * Ocellularia micropora Müll. Arg.

In Flora, Bd. LXXIV (1891), p. 112, et in Nuov. Giorn. Botanic. Italian., vol. XXIII (1891), p. 129.

Thelotrema microporum Mont. in Annal. scien. natur. Bot., Ser 3a, Vol. X (1848), p. 130, et Sylloge Plant. Cryptog. (1856), p. 363; Nylander., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II. (1868), p. 75; Krempelhuber, in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I., Heft 4 (1874), p. 103.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. Nr. 88.

Upolu. An Rinden auf den Apiaberg (Rechinger, Nr. 2832, 2833, 5073).

XXVII. Thelotrema (Ach.) Müll.-Arg.

47. * Thelotrema (sect. Euthelotrema) porphyrodiscum A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, tenuis, circa 0·2 *mm* altus, effusus, continuus, isabellino- vel ochraceo-albescens, subnitidus, KHO e flavo ferruginascens, $CaCl_2O_2$—, creberrime subgranuloso-exasperatus, in margine linea obscuriore haud cinctus, heteromericus, superne corticatus, cortice tenui, decolore vel fere decolore, ex hyphis leptodermaticis, ramosis, dense intricatis formato, subcartilagineo, usque 25 μ alto; gonidiis chroolepoideis, infra corticem stratum continuum formantibus, cellulis concatenatis, membrana sat tenui cinctis; medulla alba, hyphis non amylaceis. Apothecia sessilia, majuscula, 1 — 1·2 *mm* lata, dispersa vel hinc inde aggregata; receptaculo verrucas semiglobosas vel depresso-globosa, basi constrictas formante, thallo concolore, extus subverruculoso-inaequali; disco bene urceoleto, immerso, coccineo, opaco; excipulo corticato, cortice pallido, ex hyphis ramosis formato, infra corticem gonidia et medullam albam includente; perithecio supra discum elongato, nigrescente; hypothecio rufescenti-fusco; hymenio decolore, guttulas oleosas numerosasque continente, parum gelatinoso, 190 — 200 μ alto, J — vel vix utescente, epithecio granuloso-pulverulento, croceo, KHO sensim aeruginascente; paraphysibus filiformibus dense contextis, simplicibus, eseptatis; ascis cylindricis vel oblongo-cylindricis, hymenio subaequilongis, apice rotundatis vel fere retusis, membrana undique tenui cinctis, 8sporis; sporis in ascis uniserialibus vel subuniserialibus, decoloribus, ovalibus vel ovali-ellipsoideis, muralis-divisis, cellulis in seriebus verticalibus 4 — 6, in seriebus horizontalibus 1 — 2, rotundatis vel sublentiformibus, membrana sat tenui cinctis, J fuscescenti-coeruleis, 14 — 18 μ longis et 8 — 9 μ latis.

Sawai. Auf den Stämmen kultivierter Kokospalmen bei Sataua (Rechinger, Nr. 2919, 2926).

Tutuila. Auf Kokosstämmen bei Pago-Pago (Rechinger, Nr. 3133).

Eine auffallende und schöne Flechte. Die Apothecien sind mitunter gehäuft und erinnern dann in Verbindung mit der roten Scheibe sehr an ein *Tremotylium*, es fehlt indes ein eigentliches Stroma und die meisten Apothecien sitzen vereinzelt dem Lager auf.

XXVIII. Gyrostomum E. Fr.

48. * Gyrostomum scyphuliferum E. Fr.

Syst. Orb. Veget. (1825), p. 268; Nylander, Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II, (1868), p. 78; Müller-Arg., Graphid. Féean. in Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, Vol. XXIX, Nr. 8 (1887), p. 52; Wainio, Etud. Lich. Brésil., Vol, II (1890), p. 86.

Lecidea scyphulifera Ach., Synops. Lich. (1814), p. 27.

Upolu. Auf den Zweigen einer kultivierten *Eugenia Michelii* Lam. bei Motootua, spärlich (Rechinger, Nr. 5158).

Ectolechiaceae.

XXIX. Tapellaria Müll.-Arg.

Thallus crustaceus, uniformis, hyphis medullaribus substrato affixus, homoeomericus, gonidiis protococcoideis. Apothecia rotunda, sessilia vel immersa, membranacea, jam primum nuda (vel non tecta), emarginata vel pseudexcipulo ex elementis paraphysarum formato cincta, hypothecio pallido vel obscuro, strato gonidiali non superposito; epithecio gonidia non includente; paraphysibus ramosis et connexis; ascis 4 — 6 sporis; sporis majusculis, decoloribus, paralleliter pluriseptatis, cellulis cylindricis.

49. Tapellaria samoana A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphyllus, tenuissimus, maculas sat parvas, demum confluentes formans, subdispersus vel plus minus continuus, flocculoso-pulverulentus, albidus, opacus, KHO—, $CaCl_2O_2$—, in margine linea obscuriore non cinctus, homoeomericus, gonidiis pleurococcoideis, globosis, 8 — 10 μ latis, glomeratis, laete viridibus, membrana tenui cinctis. Apothecia thallo immersa, rotunda, plana, circa 1 *mm* lata, tenuissima, membranacea, ochraceo-rufescentia, opaca, plana, emarginata; pseudexcipulo subchondroidea, versus marginem sensim angustato, decolore, ex paraphysibus ramosis connexisque formato; epithecio dilute fuscescente, gonidia hymenialia non continente; hypothecio tenui, pallido, ex hyphis dense intricatis formato, strato gonidiali non superposito; hymenio decolore, 90 — 110 μ alto, J lutescente; paraphysibus tenuissimis, laxe ramosis connexisque, subtorulosis, gelatinam sat copiosam percurrentibus; ascis oblongo-clavatis, ellipsoideis vel ovalibus, hymenio parum brevioribus, apice obtusato-rotundatis et ibidem membrana incrassata cinctis, 90 μ longis et 30 — 35 μ latis, J vinose rubentibus, 4 — 6 sporis; sporis in ascis verticalibus, subbiserialibus, decoloribus, oblongo-cylindricis, apicibus rotundatis, leviter arcuatis, 7 — 13 septatis, membrana tenui cinctis, halone non evoluto, septis tenuibus, 45 — 78 μ longis et 9 — 13 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf den lederigen Blättern einer Urwaldpflanze in Kammgebiete bei Tiavi, zirka 700 *m* ü. d. M. (Rechinger Nr. 2950).

Die bikonkaven Zellfächer der Sporen zeigen unten bei mittlerer Einstellung unter dem Mikroskope zwei scheinbare Längswände und die Spore ist scheinbar mauerartig geteilt; sieht man jedoch genau hin, so überzeugt man sich leicht davon, daß die Zellfächer einfach sind.

Die zweite bisher bekannt gewordene Art der Gattung, *Tapellaria herpetospora* Müll.-Arg., besitzt schwarze sitzende, gänzlich unberandete Apothecien, ein dunkles Hypothecium und anders gestaltete Sporen.

XXX. Sporopodium Mont.

50. * Sporopodium (sect. Gonothecium) phyllocharis A. Zahlbr.

Apud Engler-Prantl, Natürl. Planzenfamil., I. Teil, Abt. 1* (1905), p. 123.

? *Biatora phyllocharis* Mont. in Annal. scienc. natur., Bot., Ser. 3*a*, vol X (1848), p. 128, et Syll. Plant. Cryptog. (1856), p. 340.

Lecidea (subgen. *Lopadium* 2. *Gonothecium*) *phyllocharis* Wainio, Étud. Lich. Brésil., vol. II (1890), p. 29.

Ectolechia (sect. *Gonothecium*) *phyllocharis* Wainio, in Catalogue Welwitsch. Afric. Plants, Vol. II, Part. II (1901), p. 428.

Upolu. Auf den Blättern von *Diospyros samoënsis* A. Gray auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 5059).

Gyalectaceae.

XXXI. Microphiale (Stzbgr.) A. Zahlbr.

51. Microphiale dilucida A. Zahlbr.

Lecidea dilucida Krph., in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4, Taf. XIV, Fig. 23.

Gonidia chroolepoidea.

Upolu. Auf lederigen Blättern (Gräffe, Nr. 57).

52. * Microphiale lutea A. Zahlbr.

In Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. Bd. CVI, Abt. I (1897), p. 227.

Lichen luteus Dicks., Plant. Cryptog. Brittan. Fasc. I (1785), p. 11.

Lecidea lutea Schär., Enum. Lich. Europ. (1850), p. 147; Nylander, Lich. Scand. (1861), p. 192.

Gyalecta lutea Tuck. in Proceed. Americ. Acad. of Arts and Scienc., Vol. VII (1867), p. 227; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 7.

Biatorinopsis lutea Müll.-Arg., in Flora, Bd. LXIV (1881), p. 102.

Upolu. Auf dem Rhizome eines epiphytischen Farns auf dem Berge Maungaafi, 1300 bis 1400 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2922).

F. foliicola A. Zahlbr. n. f.

Exsicc: Glaziou, Lich. Brasil. exsicc. Nr. 1024.

Thallus effusus, cotinuus, in margine demum albidus et plus minus flabellato-radians; sporae 8—9·5 μ longae et 3—3·5 μ latae.

Conceptacula pycnoconidiorum marginalia, parum prominula, obscurata, basi leviter thallino-vestita; fulcris exobasidialibus; basidiis brevibus, subcylindricis; pycnoconidiis oblongo-cylindricis, apicibus rotundatis, in medio levissime constrictis, 3 — 3·5 μ longis et vix 1 μ crassis.

Upolu. Auf den Blättern von *Cinnamomum elegans* auf dem Apiaberg (Rechinger, Nr. 1860).

Coenogoniaceae.

XXXII. Coenogonium Ehrbg.

53. Coenogonium Leprieurii Nyl.

In Annal. scienc. nat. Botan., Ser. 4a, Vol. XVI (1862), p. 89, Taf. XII, Fig. 15 bis 19, et Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 79; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 65; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 297.

Coenogonium Linkii var. *Leprieurii* Mont. in Annal. scienc. nat. Botan., Ser. 3a, Vol. XVI (1851), p. 47.

Auf Ästchen (Reinecke, Nr. 66, 74).

Upolu. Auf Farnen auf dem Lanutoo, steril (Rechinger, Nr. 5074).

Lecideaceae.

XXXIII. Lecidea (Ach.) Th. Fr.

54. Lecidea (sect. Biatora) Rechingeri A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, tenuissimus, maculas sat parvas formans, pulverulaceus, continuus, aeruginascens, opacus, KHO lutescens, $CaCl_2O_2$ aurantiacus, in margine linea nigricante passim cinctus, ecorticatus, gonidiis pleurococcoideis. Apothecia minuta, 0·2 — 0·3 *mm* lata, sessilia, leviter convexa, alutaceo-fuscescentia, subopaca; margine proprio tenuissimo, parum conspicuo, non prominulo; excipulo pallido, ex hyphis radiantibus dense conglutinatis, tenuibus formato; hypothecio decolore, ex hyphis dense intricatis formato; hymenio decolore, 100 — 120 μ alto, J e coeruleo subfulvescente; paraphysibus filiformibus, 1·5 — 1·7 μ crassis, eseptatis, increbre ramosis, ramis brevibus, semipatentibus, apicibus haud latioribus; ascis ovali-clavatis, apice rotundatis et ibidem membrana parum incrassata cinctis, 60 — 72 μ longis et 17 — 20 μ latis, 8sporis; sporis in ascis biserialibus, obliquis, decoloribus, simplicibus, ellipsoideo-oblongis vel subfabaceis, membrana tenui cinctis, 11 — 14 μ longis et 5·5 — 6 μ latis. Pycnoconidia ignota.

Upolu. Auf *Desmodium*-Zweigen im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 2805).

Erinnert einigermaßen an die neuseeländische *Lecidea microdactyla* Kn.

55. Lecidea (sect. Diplotheca) samoënsis A. Zahlbr.

Thallus epiphloeodes, tenuissimus, effusus, continuus vel irregulariter et parce rimulosus, granulosus, granulis hinc inde decorticatis et flavis, flavido-glaucescens, opacus, KHO flavescens, in margine linea haud lata, obscura limitatus vel tenuissime fimbriato-radians; superne passim plus minus inaequaliter corticatus, cortice usque 70 μ alto, ex hyphis ramosis conglutinatis formato, decolore; medulla stuppacea, albida, globulis flavis, KHO purpureis, sat crebre inspersus; gonidiis pleurococcoideis, laete viridibus, membrana modice incrassata cinctis, subglobosis, 8—10 μ latis. Apothecia rotunda vel subrotunda, dispersa, rarius approximata, sessilia, usque 1·5 *mm* lata; disco rufo-fusco, opaco, e concaviusculo subplano, epruinoso; margine thallo concolore vel primum plumbeo-cinerascente, subgranuloso vel demum subintegro; receptaculo basi constricto, thallo concolore, extus subgranuloso, corticato, cortice decolore, cartilagineo, crasso, ex hyphis ramosis, pachydermaticis et conglutinatis formato, medullam flavam, ex hyphis usque 8 μ crassis formatam includente; margine proprio tenui, fusconigro et cum hypothecio fusconigro confluente, hypothecio hinc inde in hymenium columnatim vel flabellatim elongato; hymenio in parte superiore fuscescente, caeterum decolore, 190—200 μ alto, J violaceo-coeruleo; paraphysibus tenuibus, filiformibus, strictius-

culis, apice non latioribus, gelatinam sat copiosam firmamque percurrentibus; ascis hymenio parum brevioribus, oblongo-clavatis, apice angustato-rotundatis et ibidem membrana bene incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis subbiserialibus, obliquis, decoloribus, simplicibus, ellipsoideis, membrana tenui, uniformi et laevi cinctis, primum halo circumdatis, majusculis, 24—30 μ longis et 9—12 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. An Baumrinden auf dem Gipfel des Lanutoo (Rechinger, Nr. 2903).

Der *Lecidea aurigera* Fée habituell ähnlich, doch von dieser sofort durch das doppelte Gehäuse verschieden. *Lecidea samoënsis* ist der Vertreter einer neuen Sektion, welche ich *Diplotheca* nenne; die Diagnose derselben lautet:

Apothecia margine tenui nigricante cum hypothecio nigricante confluente, excipulo pallido, corticato, medullam continente.

XXXIV. Bacidia (De Notrs.) A. Zahlbr.

Conspectus specierum.

A. Sporae aciculari-filiformes . . . . *Bacidia trichosporella* A. Zahlbr.

B. Sporae dactyloideo-fusiformes:

a) foliicola, apothecia albomarginata, subplana, sporae, 3septatae *Bacidia Rechingeri* A. Zahlbr.,

b) corticola; apothecia emarginata, convexa; sporae 1—7septatae *Bacidia heterosepta* A. Zahlbr.

56. Bacidia (sect. Weitenwebera) Rechingeri A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphyllus, maculas formans rotundatas, discretas vel rarius confluentes, usque 18 *mm* latas, tenuissimus, sordide ochraceo- vel fuscescenti-cinerascens, opacus, continuus, verruculis minutis pallidioribus, sat crebris adspersus, in margine linea obscuriore non cinctus, homoeomericus; gonidiis palmellaceis, globosis, 8—12 μ latis, plus minus glomeratis; hyphis intricatis, leptodermaticis. Apothecia rotunda, minuta, 0·2—0·4 *mm* lata, basi parum angustata, dispersa vel rarius approximata, sessilia, e concavo subplana (habitu primum fere gyalectoideo), sicca testacea vel alutacea, in centro disci obscurata, opaca; margine proprio tenui, integro, acutiusculo, parum prominulo, albo, madefacto diaphano; excipulo ex hyphis formato radiantibus, tenuibus, conglutinatis, haud septatis, decolore; epithecio decolore; hymenio decolore, 35—45 μ alto, J violaceo-coeruleo; paraphysibus conglutinatis, simplicibus, eseptatis, apice haud latioribus; ascis oblongo-clavatis, hymenio subaequilongis, 8sporis; sporis decoloribus, dactyloideo-fusiformibus, apicibus rotundatis, leviter curvatis, 3septatis, membrana et septo tenui, 8—12 μ longis et 1·8—2·5 μ latis.

Upolu. Auf den lederigen Blättern eines Baumes auf dem Gipfel des Lanutoo (Rechinger, Nr. 3084).

Gehört in die Verwandtschaft der *Bacidia fallaciosa* (Müll.-Arg.) A. Zahlbr., die Apothecien sind indes viel kleiner, ihre Farbe nicht so lebhaft und auch der Thallus verschieden. Letzterer gleicht demjenigen der *Bacidia Stanhopiae* (Müll.-Arg.) A. Zahlbr.

57. Bacidia (sect. Eubacidia) heterosepta A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, tenuissimus, continuus, sublaevigatus, cinerascens, opacus, KHO flavens, in margine linea tenui, nigricante passim cinctus, ecorticatus; gonidiis pleurococcoideis, globosis, 8—12 μ latis; hyphis medullaribus non amylaceis. Apothecia parva, 0·2—0·9 *mm* lata, sessilia, dispersa, rotunda, e plano convexa, testaceo-fuscescentia, partim obscurata vel nigra nitidaque; disco epruinoso; margine

proprio in juventute integerrimo, tenui et haud prominulo, mox depresso; excipulo pseudoparenchymatico, cellulis angulosis, sat parvis, 3·5—6 μ latis, leptodermaticis, etiam infra hymenium evoluto, pallido marginem versus umbrino-nigricante; epithecio umbrino-nigricante, partim decolore, KHO parum fuscescente; hypothecio lutescenti-ochraceo vel rufescenti-lutescente, ex hyphis densissime intricatis formato, crassiusculo; hymenio decolore, 52—56 μ alto, J coeruleo; paraphysibus filiformibus, densis, eseptatis, apice non latioribus; ascis oblongo vel ellipsoideo-clavatis, apice rotundatis et ibidem membrana modice incrassata cinctis, hymenio subaequilongis, 8sporis; sporis in ascis verticalibus, decoloribus, dactyloideo-fusiformibus, apicibus rotundatis, 1—7septatis, rectis vel subrectis, septis tenuissimis, membrana tenui cinctis, 17—28 μ longis et 3—3·2 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Michelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 2808).

Dürfte der mir nur aus der Beschreibung bekannten *Bacidia rubellula* (Nyl.) A. Zahlbr. zunächst stehen.

58. **Bacidia** (sect. **Eubacidia**) **trichosporella** A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphyllus, maculosus, plus minus continuus, pulveraceus, fuscescenti-virescens, opacus, KHO—, in margine linea obscuriore non cinctus, fere homoeomericus, gonidiis palmellaceis, laete viridibus, globosis, 8—12 μ latis, plus minus glomerulosis; hyphis ramosis, sat densis, non amylaceis. Apothecia minuta, 0·2—0·3 *mm* lata, sessilia, rotunda, depressa, carneo-rubella, opaca, primum subconcava, demum plana; disco epruinoso; margine proprio tenuissimo, integerrimo, disco concolore vel parum pallidiore, discum aequante, madefacto diaphano; excipulo crassiusculo, decolore vel subdecolore, pseudoparenchymatico, cellulis subrotundis vel subangulosis, 3·5—8 μ latis; hymenio omnino decolore, 52—55 μ alto, J e coerulescente fulvescente; paraphysibus paucis, tenuissimus, simplicibus, eseptatis, apice haud latioribus, parum distinctis; hypothecio decolore, ex hyphis dense intricatis formato; ascis copiosis, oblongo-clavatis, hymenio aequilongis, apice rotundatis et ibidem membrana modice incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis verticalibus, decoloribus, aciculari-filiformibus, rectis, subrectis vel leviter tortuosis, indistincte septatis, 34—46 μ longis et ad 1 μ crassis.

Upolu. Auf den Blättern kultivierter *Mangifera indica* bei Malifa (Rechinger Nr. 1964).

Kommt der neukaledonischen *Bacidia tenella* (Müll.-Arg.) A. Zahlbr. nahe, differiert von ihr durch das pulverige Lager, durch die kleinen, bleibend flachen, nie gewölbten Apothecien und durch vielmals kürzere, fädliche Sporen.

XXXV. **Megalospora** Mey. et Fw.

Conspectus specierum.

A. Margo apotheciorum primum pallidus, dein cinnamomeus vel fuscus, demum extenuatus; asci 1—6spori . . . . *Megalospora subvigilans* (Müll.-Arg.).

B. Margo apotheciorum fuscus vel niger; ascis utplurimum 8spori *Megalospora sulphurata* Mey. et Fw.

59. * **Megalospora sulphurata** Mey. et Fw.

In Nova Acta Acad. Leopold.-Carol., Vol. XIX, Suppl. I (1843), p. 228

Patellaria (sect. *Psorothecium*) *sulphurata* Müll.-Arg. in Jahrb. d. königl. Bot. Gart. und Museums Berlin, Bd. II (1883), p. 316, et in Flora, Bd. LXIX (1888), p. 288.

Lecidea sulphurata Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. II (1890), p. 35.

Psorothecium sulphuratum A. Zahlbr. in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXI, Abt. I (1902), p. 396.

Upolu. An Rinden auf dem Apiaberg, zirka 300 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2664).

60. Megalospora subvigilans A. Zahlbr.

Patellaria (sect. *Psorothecium*) *subvigilans* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXV (1882), p. 329, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 297.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 55).

XXXVI. Lopadium Körb.

61. *Lopadium phyllogenum A. Zahlbr.

Heterothecium phyllogenum Müll.-Arg. in Flora, Bd. XLIV (1881), p. 106.

Exsicc.: Puiggari, Lich. Brasil. exsicc. Nr. 361!

Upolu. Auf den Blättern einer kultivierten *Mangifera indica* bei Malifa (Rechinger, Nr. 2770).

Phyllopsoraceae.

XXXVII. Phyllopsora Müll.-Arg.

62. Phyllopsora pertexta Müll.-Arg.

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 297.

Lecidea pertexta Nyl., Lich. Nov. Granat. Prodr. in Annal. scienc. natur., Bot., Ser. 4*a*, Vol. XIX (1863), p. 347 notula; Hue, Lich. exotic., p. 204, Nr. 2195.

Auf morschen Rinden (Reinecke, Nr. 58 pro parte).

Cladoniaceae.

XXXVIII. Cladonia (Hill.) Wainio.

Conspectus specierum.

A. Podetia axillis perviis, corticata, laevia, squamosa . . . . . *Cladonia furcata* var. *pinnata* Flk.
B. Podetia axillis clausis, decorticata et farinosa:
a) podetia impellucida, ascypha vel minute scyphifera, simul granulosa et isidioideo-squamulosa et squamulosa . . . . *Cladonia fimbriata* var. *borbonica* (Del.).,
b) podetia semipellucida, ascypha, sorediosa . . . . . *Cladonia fimbriata* var. *Balfourii* (Crb.).

63. *Cladonia furcata var. pinnata (Flk.) Wainio.

Monogr. Cladon. Univ., Vol. I (1887), p. 332.

F. spinulosa Mass.

Lich. Ital. exsicc. Nr. 158 *B*.

Upolu. Auf morschen Baumstrünken auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., steril (Rechinger, Nr. 3033).

Sawaii. Im Kammgebiet des Vulkans Maungaafi, zirka 1300 *m* ü. d. M., auf bemoosten Baumstrünken, sehr spärlich und steril (Rechinger, Nr. 2927, 2963).

64. Cladonia fimbriata var. borbonica (Del.) Wainio.

Monogr. Cladon. Univ., Vol. II (1894), p. 343, et Vol. III (1897), p. 254.

Cladonia fimbriata var. *antilopea* Müll. Arg. in Flora, Bd. LXV (1882), p. 291, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292.

Ohne nähere Standortsangabe (Reinecke).

* Var. Balfourii Wainio.

Monogr. Cladon. Univ., Vol. II (1894), p. 339, et Vol. III (1897) p. 255.

Cladonia Balfourii Crb. in Journ. Linn. Soc. London, Vol. XV (1876), p. 433, et in Journ. of Botany, New Ser., Vol. XIV (1876), p. 262.

Cladonia borbonica var. *Boryana* Krph.! in Verhandl. d. Zool.-botan. Ges. Wien, Bd. XXVI (1876), Abhandl. p. 434.

Upolu. Auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., über Moosen am Grunde der Bäume, steril (Rechinger, Nr. 2902).

Collemacee.

XXXIX. Collema (Hill.) A. Zahlbr.

Conspectus specierum.

A. Apothecia basi lata sessilia:

- *a)* thallus major, usque 12 *cm* latus, isidiis destitutus; excipulo infra hypothecium pseudoparenchymatico, cellulis pachydermaticis . . . . *Collema Rechingeri* A. Zahlbr.,
- *b)* thallus multum minor, isidiosus; excipulo infra hypothecium pseudoparenchymatico, cellulis leptodermaticis . . . . *Collema nigrescens* (Leers).

B. Apothecia subpedicellata, basi angustata . . . *Collema rugosum* var. *microphyllum* A. Zahlbr.

65. Collema (sect. Collemodiopsis) nigrescens Wainio.

Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 235.

Lichen nigrescens Leers, Flora Herborn. (1775), p. 945.

Synechoblastus nigrescens Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Auf Ästchen (Reinecke, Nr. 15).

Upolu. Auf den Zweigen des *Hibiscus tiliaceus* bei Motootua, fruchtend (Rechinger, Nr. 2642, 2703, 2899).

Var. glaucocarpum Nyl.

In Annal. scienc. natur. Botan., Ser. 4*a*, Vol. XV (1861), p. 367 notula; Hue, Lich. axtra-europ. in Nouv. Archives Museum, Ser. 3*a*, Vol. X (1898), p. 220.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rar. exsicc. Nr. 76.

Upolu. Auf kultiviertem *Manihot Glaziovii* bei Utumapu (Rechinger, Nr. 5067 = A. Zahlbruckner, Lich. rar. exsicc. Nr. 76).

Die Bereifung der Apothecien ist nur an jüngeren Apothecien deutlich, später verschwindet sie an den samoanischen Stücken mehr weniger. Der anatomische Bau des Excipulums stimmt mit demjenigen des Typus völlig überein.

66. **Collema** (sect. **Collemodiopsis**) **Rechingeri** A. Zahlbr.

In Annal. Naturhist. Hofmus. Wien, Bd. XX (1905), p. 34.

Exsicc.: Cryptog. exsicc. edit. Mus. Palat. Vindobon. Nr. 1240.

Thallus olivaceo-virescens, olivaceus, olivaceo-fuscescens vel coerulescenti-glaucescens, siccus plus minus glaucescenti-virescens, late expansus, usque 12 *cm* latus, irregulariter excavato-lobatus, lobis amplis, usque 2 *cm* latis, rotundatis, in margine subintegris, supra dense rugoso-plicatus, nudus, isidiis et sorediis destitutus, subtus concolor, rugoso-plicatus, homoeomericus, gelatinosus, ecorticatus, 53—58 μ crassus, ex hyphis sat laxis perpendicularibus et horizontalibus, leptodermaticis, 1·5—3·5 μ crassis formatus, gelatina J non tincta; gonidiis nostocaceis, moniliformibus, coerulescentibus. Apothecia et in marginibus loborum thalli receptaculis thallinis brevibus subcylindricisque affixa et in superficie loborum sessilia, basi lata adnata, usque 5 *mm* lata; disco rufo vel brunneo, modice convexo; margine thallino tenui, integro, demum depresso omnino thallino, ecorticato; excipulo infra basin apotheciorum evoluto, crasso, 70—85 μ alto, ex hyphis perpendicularibus, pachydermaticis et conglutinatis formato, luminibus cellularum rotundis vel late ellipsoideis, cellulis in seriebus verticalibus 6—9, excipulo laterali inter marginem thallodem et hymenium tenui usque ad verticem disci assurgente, subflabellato, pseudoparenchymatico, cellulis leptodermaticis, angulosis, in seriebus longitudinalibus 1—2 dispositis; hypothecio lutescente, ex hyphis dense intricatis formato, non pseudoparenchymatico, strato thallino imposito; hymenio in parte superiore rufescente vel rufescenti-lutescente, 140—160 μ alto, J intense coeruleo; paraphysibus arcte conglutinatis, filiformibus, ad 1·5 μ crassis, simplicibus, eseptatis, apice non incrassatis, gelatinam firmam percurrentibus; ascis anguste oblongo clavatis, hymenio parum brevioribus, apice membrana incrassata cinctis, 8sporis; sporis decoloribus, fusiformibus, utrinque acutis, rectis vel levissime curvatis, 7septatis, cellulis cylindricis, membrana tenui cinctis, 28—42 μ longis et 5—6 μ latis.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Manihot Glaziovii* bei Utumapu (Rechinger = Crypt. exsicc. edit. Museo Palat. Vindobon. Nr. 1240) und auf *Hibiscus tiliaceus* im Flußtale bei Motootua (Rechinger, Nr. 2704, 2838, 2854, 2964).

67. * **Collema** (sect. **Collemodiopsis**) **rugosum** Krph.!

Reise Fregatte Novara, Botanik, Bd. I. (1870), p. 128.

Var. **microphyllinum** A. Zahlbr. n. var.

Thallus monophyllus vel submonophyllus, orbicularis vel suborbicularis, late expansus, plumbeus vel plumbeo-olivaceus, subtus pallidior, plumbeo-albicans et nitidulus, in margine rotundato-lobatus, lobis sat amplis, usque 1·5 *cm* latis, rotundato-incisis, ad ambitum nudis et subassurgentibus, versus centrum rugoso-plicatus et densissime furfuraceo-isidiosus, in centro ipso lobatis parvis rotundatis, auriculato-excavatis, nudis vel furfuraceo-isidiosis, erectis vel suberectis, plus minus imbricatis dense obsitus. Apothecia sat rara, in plicis thalli affixa, subpedicellata, minuta, haud 1 *mm* lata; disco rufescente, opaco, plano, margine tenuissimo et integro; excipulo extus grosse pseudoparenchymatico, in latere cellularum masjuscularum serie unica vestita, in parte basali seriebus cellularum verticalibus 3—4; perithecio proprio non evoluto; hypothecio crassiusculo, 70—80 μ alto, sordide lutescenti-fuscescente, ex hyphis densissime intricatis formato; hymenio 90—95 μ alto, decolore, superne fuscescente, J intense coeruleo; paraphysibus sat liberis, circa 1·5 μ crassis, gelatinam increbram percurrentibus, simplicibus vel apicem versus furcatis, clavato-capitatis; ascis anguste clavatis, hymenio subaequilongis, apice rotundatis et ibidem membrana parum crassiore cinctis, 8sporis; sporis decoloribus, fusiformibus, utrinque acutis, rectis vel subcurvatis, 7septatis, 35—44 μ longis et 3·5 μ latis.

A typo differt thallo in centro microphyllino.

Upolu. Auf den Zweigen des *Hibiscus tiliaceus* bei Motootua (Rechinger Nr. 2702, 2712).

XL. Leptogium (Ach.) S. Gray.

Conspectus specierum.

A. Thallus utrinque corticatus, cortice ex unica serie cellularum formato, caeterum homoeomericus:

a) discus apotheciorum integer vel papillosus:

α) discus apotheciorum integer; sporae 18—32 × 7—14 μ:

I. Thallus isidiosus . . . . *Leptogium caesium* (Ach.),

II. Thallus isidiis destitutus . . . . *Leptogium tremelloides* (L. fil.),

β) discus apotheciorum papillosus, sporae 36—40 × 15—18 μ
Leptogium subbullatum Krplh.;

b) discus apotheciorum plicato-rugosus vel plicato-lobulatus *Leptogium phyllocarpum* (Pers.).,

c) discus apotheciorum tumidus, concinne sphinctrine-plicatus vel rosulato-plicatus
Leptogium javanicum Mont.

B. Thallus utrinque corticatus, cortice ex unica serie cellularum formatus, medullam ex hyphis densis formatam, gonidia haud continentem includens *Leptogium subheteromericum* A. Zahlbr.

Sect. Euleptogium.

68. Leptogium tremelloides Wainio.

Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 224; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, 4. Heft (1874), p. 95; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Lichen tremelloides L. fil., Syst. Veget., Suppl. (1781), p. 450.

Leptogium tremelloides var. *azureum* Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1858), p. 125; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Über Moosen (Reinecke, Nr. 49).

Upolu. Ohne nähere Standortsangabe (Gräffe), auf kultiviertem *Manihot Glaziovii* bei Utamapu, fruchtend (Rechinger, Nr. 3322, 5069), auf Rinden im Kammgebiete bei Utumapu, fruchtend (Rechinger, Nr. 2788), und auf dem Lanutoo, fruchtend (Rechinger, Nr. 2795, 2980, 2981, 3044, 3045, 3054, 3312, 3361).

Var. microphyllum Tuck.

Gener. Lich. (1872), p. 79; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Auf Rinden und altem Holz (Reinecke, Nr. 7).

69. Leptogium caesium Wainio.

Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 225.

Collema tremelloides β) *Collema caesium* Ach., Lichgr. Univ. (1810), p. 656.

Leptogium tremelloides f. *isidiosa* Müll.-Arg., in Flora, Bd. LXV (1882), p. 292, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Auf bemoosten Stämmen (Reinecke, Nr. 657).

70. Leptogium subbullatum Krph.!

In Journ. Mus. Godeffroy. Bd. I, Heft 4 (1874), p. 95, Taf. XIV, Fig. 14; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291.

Thallus 24—28 μ crassus, imprimis in centro densissime isidiis brevibus pulveraceis obsitus, utrinque corticatus, cortice e serie unica cellularum subcubicarum, leptodermaticarum formato, caeterum homoeomericus, gelatinam sat copiosam continente; hyphis laxis, subhorizontalibus et subverticalibus, leptodermaticis, increbre septatis, 2—2·5 μ crassis; gonidiis coerulescentibus, cellulis oblongis. Excipulo extus corticato, cortice versus apicem evanescente, ad basin latissimo, pseudoparenchymatico, cellulis subglobosis, leptodermaticis, infra hymenium et corticem stratum gonidiiferum continente.

Sawaii. Auf Baumrinden bei Motauta, fruchtend (Reinecke, Nr. 49*a*).

Upolu. Auf Baumzweigen bei Utumapu, steril (Rechinger. Nr. 3238).

71. Leptogium javanicum Mont.

Syll. Gen. et Spec. Cryptog. (1856), p. 379; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 291: Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archives Muséum, Ser. 3a, Vol. X (1898), p. 228.

Leptogium sphinctrinum Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1858), p. 131, et Synops. Lich. Nov. Caled. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 44.

Upolu. Über Moosrasen auf dem Lanutoo, fruchtend (Reinecke, Nr. 57), und auf kultiviertem. *Manihot Glaziovii* bei Utumapu, fruchtend (Rechinger, Nr. 3184).

72. * Leptogium phyllocarpum Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1858), p. 130; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890) p. 230; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archives Muséum, Ser. 3a, Vol. X (1898), p. 228.

Collema phyllocarpum Pers. apud Gaudichaud, Voyage d'Uranie (1826), p. 204.

Stephanophorus phyllocarpus Mont. apud Gray, Hist. Chile, Vol. VIII (1826) p. 221, Atlas Taf. XIII, Fig. 4.

Stephanophoron phyllocarpum Nyl., Lich. Nov. Zeland. (1888), p. 10.

Upolu. Auf Baumrinden bei Utumapu, fruchtend (Rechinger, Nr. 3201).

Var. coerulescens Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1858), p. 130, Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archives Muséum, Ser. 3a, Vol. X (1898), p. 228.

Upolu. Auf Baumstämmen auf dem Apiaberg, fruchtend (Rechinger, Nr. 2931, 2957).

73. Leptogium subheteromericum A. Zahlbr. n. sp.

Thallus suborbicularis, 6—8 *cm* in diam., membranaceus, tenuis, 13—20 μ crassus, cinereus vel glaucescens, opacus, crebre laciniatus, lobis centralibus rotundatis, plus minus sinuatis, complicatis et assurgentibus, 1—2·5 *mm* latis, lobis marginalibus nonnihil substrato magis adpressis et parum latioribus, superne versus centrum imprimis subtiliter et conferte granuloso-verruculosis, versus ambitum plus minus laevigatis, sorediis et isidiis destitutis, inferne nudis, rhizinis nullis, granuloso-verruculosis, fere heteromericus, symmetricus, utrinque corticatus, cortice e serie unica cellularum subcubicarum, ad 9 μ latarum, leptodermaticarum formato; strato gonidiali utrinque infra corticem sito, ex gonidiis et hyphis laxis, ramosis composito, gelatinam haud copiosam continente, gonidiis nostocaceis, glaucescentibus, concatenatis, cellulis 5—6 μ latis; strato medullari centrali decolore, ex hyphis horizontalibus vel sub-

horizontalibus, dense confertis, sed non conglutinatis, 1·5—1·7 μ crassis, leptodermaticis formato, gonidia haud continente. Apothecia parmeloidea, superficialia, elevato-sessilia, primum cupuliformia, demum scutellata, basi lata, in pagina inferiore thalli impressa, parva, usque 4 *mm* lata; disco rufescente, opaco; margine crassiusculo, integro, involuto, ochraceo, superne demum sublobulato-granuloso; excipulo laevigato, extus corticato, cortice in parte suprema e cellularum serie unica subcubicarum et leptodermaticarum formato, caeterum, imprimis in parte basali ex hyphis radiantibus, conglutinatis, dense septatis, sat leptodermaticis formato, cellulis subangulosis, parum elongatis, in seriebus 7—10 dispositus, stratum gonidiale angustum continente; perithecio integro, angusto, pseudoparenchymatico, cellulis parvis, subangulosis; hypothecio in parte superiore lutescente, caeterum decolore, ex hyphis dense intricatis formato; hymenio decolore, solum in parte suprema rufescente, 140—160 μ alto, gelatinam haud copiosam continente, J intense coeruleo; paraphysibus densis, filiformibus, simplicibus, ad 1·6 μ crassis, eseptatis, apice paulum latioribus; ascis oblongo-clavatis, hymenio parum brevioribus, apice membrana modice incrassata cinctis, 14—17 μ latis, 8 sporis; sporis decoloribus, late ellipsoideis, ellipsoideis vel ellipsoideo-fusiformibus, apicibus, utrinque abrupte acuminatis, sporis latioribus in medio nonnihil paulum constrictis, murali-divisis, cellulis subcubicis, septis horizontalibus 7, septis verticalibus 1—2, cellulis apicalibus utplurimum simplicibus, 23—32 μ longis et 9—16 μ latis. Conceptacula pycnoconidiorum parum prominula, semiglobosa, minuta, vix 0·2 *mm* lata, fuscescentia; perithecio sublentiformi, angusto et decolore; fulcris endobasidialibus, dense ramosis intricatisque, crebre septatis; pycnoconidiis rectis, subbacillaribus, in medio levissime constrictis, apicibus rotundatis, 3·5 μ longis et 0·5 μ latis.

Upolu. An den Zweigen hoher Bäume auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 3038, 3071).

Von dem verwandten und habituell sehr ähnlichen *Leptogium subbullatum* Krph. durch die kleinen Lappen des dickeren und nie isidiösen Lagers, durch die Ausbildung einer Markschichte, durch die Berandung der Apothecien und die vielmals kleineren Sporen verschieden.

Das auffälligste Merkmal unserer Art liegt im anatomischen Baue des Lagers, welcher, höher als derjenige der übrigen Leptogien differenziert, fast als heteromerisch angesprochen werden darf. In dem zentralen Teile des Lagers laufen die Hyphen parallel zur Oberfläche, sie sind dicht aneinander gelagert, ohne indes verklebt zu sein. Da diese Schichte des Thallus ferner in der Regel keine Gonidien enthält, macht sie ganz den Eindruck einer Markschichte. Bei *Leptogium subbullatum* Krph. liegt die Hauptmasse der Gonidien wohl auch unter der oberen, beziehungsweise unteren Rinde, doch fehlen dieselben im zentralen Teile durchaus nicht; der ganze Thallus wird ferner von sehr lockeren, wagrecht und senkrecht verlaufenden, unter einem rechten Winkel sich kreuzenden Hyphen durchzogen, welche in eine reichliche Gallerte gebettet sind. Senkrecht zur Oberfläche verlaufende Hyphen finden sich im mittleren Teile des Lagers des *Leptogium subheteromericum* nie. Am Querschnitte zeigt das Lager unserer Flechte beiderseits wellige Konturen, welche von niedrigen und seichten Höckerchen herrühren; die zentrale hyphenreiche Schichte hingegen besitzt allenthalben die gleiche Dicke und reicht fast bis an den Tälchengrund der welligen Rindenschichte. In den Höckerchen selbst liegt die Hauptmasse der Gonidien. Bei *Leptogium subbullatum* Krph. verlaufen die Begrenzungslinien parallel und zeigen selbst an jüngeren Lagerlappen verzweigte Isidien, deren Äste verhältnismäßig kurz und keulig sind.

XLI. Dichodium Nyl.

74. Dichodium byrsinum Nyl.

Apud Hue, Lich. exotic. in Nouv. Archives Museum, Ser. 3a, Vol. II (1890), Sep. p. 24, Nr. 80, A. Zahlbruckner in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, I. Teil, Abteil. 1* (1906), p. 171, Fig. 89.

Parmelia byrsaea Ach., Method. Lich. (1803), p. 222.

Collema byrsinum Ach., Lichgr. Univ. (1810), p. 642; Nylander, Synops. Lich., Vol. I (1858), p. 113, et Synops. Lich. Nov. Caled. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 47.

Physma byrsinum Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVIII (1885), p. 531, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292: Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archives Museum, Ser. 3a, Vol. X (1898), p. 221.

Collema Boryanum Pers. apud Gaudichaud, Voyage d'Uranie (1826), p. 205; Mont. in Annal. scienc. natur., Ser. 3a, Vol. X (1848), p. 133.

Physma Boryanum Mass., Neagen. Lich. (1854), p. 7.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 49 *b*).

Upolu. In Gesellschaft anderer Collemen auf der Rinde von kultiviertem *Manihot Glaziovii* bei Utumapu, reichlich fruchtend (Rechinger, Nr. 3169, 3241, 3242, 3259), auf *Hibiscus tiliaceus* bei Malifa. fruchtend (Rechinger, Nr. 3123), und an Baumstämmen auf dem Gipfel des Apiaberges, fruchtend (Rechinger, Nr. 3080).

Pannariaceae.

XLII. Pannaria Del.

Conspectus specierum.

A. Medulla e stratis duobus formata . . . . *Pannaria fulvescens* (Mont.),
B. Medulla simplex:
a) lobi thalli confluentes, thallus inde fere crustaceus . . . . . . *Pannaria funebris* Krph.,
b) lobi thalli discreti . . . . *Pannaria mariana* (E. Fr.).

75. Pannaria funebris Krph.

In Journal Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 101, Taf. XIV.

Pannaria leiostroma Nyl., apud Leight., Lich. of Ceylon in Transact. Linn. Soc. London, Vol. XXVII (1869), p. 165, Taf. XXXVI, Fig. 3, sine diagn.; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XIII (1897), p. 296.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 2 pro parte).

Bezüglich der Abbildungen in Krempelhuber's zitierter Arbeit muß ein Irrtum unterlaufen sein. Fig. 24 soll ein Stückchen der Oberfläche des Lagers unter der Lupe, Fig. 13 hingegen einen Teil des Lagers in natürlicher Größe darstellen. Entweder ist das Umgekehrte der Fall oder es gehören, was nicht ausgeschlossen ist, im Hinblicke auf die verschiedenartige Lappenbildung in den beiden Figuren, dieselben nicht zusammen.

76. Pannaria mariana Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXIV (1881), p. 86, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296: Wainio, Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 205; Hue in Bull. Soc. Botan. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LVIII.

Parmelia mariana E. Fr., Syst. Orb. Veget. (1825), p. 284.

Pannaria pannosa Nyl., Synops. Lich., Vol. II (1885), p. 29; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874) p. 102.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 2 *a*, pro parte).

Upolu. Auf Baumrinden (Gräffe, Nr. 6, 44, 81, 111), auf Rinden bei Utumapu, steril und fruchtend (Rechinger, Nr. 2861, 3210, 3211, 3237, 3254, 3256, 3266), an Rinden auf dem Apiaberg, fruchtend (Rechinger, Nr. 2697, 2961), und an Baumrinden auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger Nr. 3074).

Sawaii. An Lavablöcken am Meeresstrand bei Sataua, fruchtend (Rechinger, Nr. 5084), und ebendaselbst an Rinden (Rechinger, Nr. 2934) und auf dem »Mu« zwischen Aopo und Assau, an Rinden, fruchtend (Rechinger, Nr. 2848, 5141).

F. **isidoidea** Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXX (1887), p. 321, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296.

Pannaria pannosa f. *isidoidea* Müll.-Arg. in Revue Mycolog., Vol. VI (1884), p. 91.

Auf der Rinde einer Kokospalme (Reinecke, ohne Nummer).

Upolu. An Rinden auf dem Apiaberg, zirka 300 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 2629, 2894).

Sawaii. Auf dem »Assau« bei Safune an Bäumen (Rechinger Nr. 2868).

77. **Pannaria fulvescens** Nyl.

In Annal. scienc. natur., Botan., Ser. 4a, Vol. XII (1859), p. 294, Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2a, Vol. II (1868), p. 60, et Synops. Lich., Vol. II (1885), p. 28; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 102; Hue in Bull. Soc. Bot. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LVII.

Parmelia fulvescens Mont. in Annal. scienc. natur., Botan., Ser. 3a, Vol. X (1848), p. 125.

Upolu. An Baumrinden in der Bergregion (Gräffe, Nr. 119 *a*).

XLIII. **Psoroma** (Ach.) Nyl.

78. **Psoroma sphinctrinum** Nyl.

In Annal. scienc. natur., Botan., Ser. 4a, Vol. XII (1859), p. 294, et Synops. Lich., Vol. II (1885), p. 24; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 101; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296.

Parmelia sphinctrina Mont. in Voyage Pole Sud (1842), p. 180.

Pannaria sphinctrina Hue in Bull. Soc. Bot. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LVI.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 3).

Upolu. An Rinden im Kammgebiete bei Utumapu, zirka 500 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 2865) und auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2896, 3092).

Var. **endoxanthellum** A. Zahlbr. n. var.

Thallus cervinus, nitidus, subsquamulosus, lobis brevibus, subtus rhizinis densis, sat brevibus nigricantibus vestitus; medulla pallide lutea.

Upolu. An Rinden auf dem Lanutoo (Rechinger, Nr. 3025). Es liegen mir nur drei kleine Stückchen mit unentwickelten Apothecien vor; ich bin mir daher über die Flechte nicht klar geworden und führe sie intermistisch als Varietät an.

XLIV. **Coccocarpia** Pers.

Conspectus specierum.

A. Thallus major, usque 14 *cm* latus, rigidulus, albidus et argenteo-nitidus
Coccocarpia nitida Müll.-Arg.

B. Thallus minor, membranaceus, plumbeo-cinereus vel plumbeo-glaucescens
Coccocarpia pellita (Ach.).

79. Coccocarpia pellita Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 320; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 207.

Parmelia pellita Ach., Lich. Univ. (1810), p. 468.

Pannaria parmelioides Hue, in Bull. Soc. Bot. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LX.

Var. smaragdina Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 320, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 210.

Coccocarpia smaragdina Pers. apud Gaudichaud, Voyage d'Uranie (1826), p. 206; Nylander, Synops. Lich., Vol. II (1885), p. 43.

Pannaria smaragdina Hue in Bull. Soc. Bot. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LX.

Auf Ästchen (Reinecke, ohne Nummer).

Var. isidiophylla Müll.-Arg.!

In Flora, Bd. LXV (1882), p. 321; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 210.

Pannaria parmelioides f. *isidiophylla* Hue, in Bullet. Soc. Bot. France, Vol. XLVIII ([1901] 1903), p. LX.

Upolu. Auf *Clerodondron*-Zweigen im Mangrove-Sumpfe bei Mulinuu steril (Rechinger, Nr. 2793, 2796, 2819), auf Rinden bei Utumapu, steril (Rechinger, Nr. 3089), und ebenfalls an Rinden auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2897, 2901).

Sawaii. Auf Lavablöcken am Strande bei Sataua, steril (Rechinger, Nr. 5090).

80. Coccocarpia nitida Müll.-Arg.!

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296.

Cora nitida Müll.-Arg., Revue Mycolog., Vol. VI (1884), p. 296.

Thallus decumbens, substrato sat arcte affixus, late expansus, usque 14 *cm* latus, fere orbicularis, rigidulus, 145—160 μ crassus, superne albidus, argenteo-nitidulus, ambitum versus passim anguste ochraceo-lutuscens, KHO —, $CaCl_2O_2$ —, laevigatus, sorediis destitutus, nudus vel isidiosus, subtus aeruginascens vel marginem versus aeruginoso-pallescens et undique tomento dense, albido, penicillato, usque 1·3 *mm* longo vestitus, multifido-laciniatus, laciniis rotundatis, subimbricatis, rarius subcuneiformibus, flabellatim vel crenato-incisis, 5—10 *mm* latis, subindistincte zonatim inaequalibus, omnino pseudoparenchymaticus, cellulis in cortice superiore et in strato gonidiifero superiore angulosis vel subangulosis, leptodermaticis, 8—13 μ in diam., in parte inferiore thalli et in cortice inferiore transversim cylindricis, ex hyphis horizontalibus, sat dense septatis formatis; strato gonidiali in centro thalli sito, continuo, gonidiis scytonemaeis, cellulis coeruleo-virescentibus, subrotundis vel suboblongis, 5—8 μ longis, membrana tenuissima indistinctaque circumdatis, in filamentis gyrosis concatenatis; penicillis rhizinarum ex hyphis verticalibus decoloribus vel dilutissime aeruginascentibus, haud arcte conglutinatis, simplicibus vel rarius passim furcatis, dense septatis, leptodermaticis, 7—8 μ crassis formatis. Apothecia dispersa, adpresso-peltata, maculiformia, ambitu irregularia, 3—4 μ lata, primum alutacea vel fuscescenti-alutacea, demum nigricantia vel nigra, subpruinosa, opaca, emarginata; excipulo parum evoluto, solum in parte basali apotheciorum distincto, angusto, ex hyphis radiantibus septatisque formato; hypothecio decolore, minute pseudoparenchymatico; hymenio in parte suprema demum anguste nigricante, caeterum decolore, 140—160 μ alto, J violaceo-coeruleo; paraphysibus tenuibus, conglutinatis, simplicibus, sat latis, 3·5—4 μ crassis, apice haud latioribus, dense septatis, cellulis breviter cylindricis; ascis hymenio brevioribus, oblongo-clavatis vel subcylindrico-clavatis, 44—50 μ longis et 8—10 μ latis, membrana apice rotundato

incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis biserialibus, decoloribus, simplicibus, oblongo vel ellipsoideo-fusiformibus, acutatis, membrana tenui cinctis, guttulis oleosis binis praeditis, 9—11 μ longis et 3·5 μ latis. Conceptacula pycnoconidiorum semiimmersa vel subsessilia, semiglobosa, minuta, nigra, nitida; perithecio nigro, dimidiato, sub lente aeruginoso-nigricante, celluloso; fulcris endobasidialibus, densis, crebre septatis, leviter articulatis, cellulis brevibus; pycnoconidiis brevibus, subbacillaribus, in medio leviter angustatis, rectis, 3—4·5 μ longis et 0·5 μ crassis.

Upolu. Vailele-Pflanzung, an Kokospalmen (Reinecke, ohne Nummer), auf kultiviertem *Manihot Glaziovii* bei Utumapu, fruchtend (Rechinger. Nr. 3181, 3183) und steril, mit Pycnoconidien (Rechinger, Nr. 3182, 3206), und auf Rinde riesiger Bäume bei Vailima, reichlich fruchtend (Rechinger, Nr. 2968).

Var. **limbata** A. Zahlbr. n. var.

Thallus substrato arcte adpressus, lobis subcuneatis, non imbricatis, adpressis, continuis, in margine anguste nigro-limbatis, isidiis destitutis.

Upolu. Auf der Rinde hoher Waldbäume auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 2900).

Var. **lobulata** A. Zahlbr. n. var.

Thallus minus rigidus, imprimis versus centrum et ad margines loborum lobulis parvis, rotundatis vel dissectis, dense congestis instructus.

Upolu. An Bäumen bei Utumapu, steril (Rechinger, Nr. 3263, 3265).

Var. **isidiata** A. Zahlbr. n. var.

Thallus versus centrum et ad margines loborum isidiis sat densis, thallo subconcoloribus obsitus.

Upolu. An Rinden bei Utumapu, fruchtend (Rechinger, Nr. 3167).

Stictaceae.

XLV. Sticta Schreb.

Conspectus specierum.

A. Thallus gonidiis palmellaceis flavovirescentibus:

a) thallus non stipitatus:

I. thallus subtus pseudocyphellis obsitus:

1. pseudocyphellae albae:

α) thallus subtus plus minus tomentosus, superne punctulis albis sorediosulis non ornatus:

× thalli lobi in margine sinuato-lobati vel sinuato-crenati, 3—4·5 *mm* lati, apothecia scutata . . . . *Sticta dissimulata* Nyl.,

× × thalli lobi in margine integri, vix 2 *mm* lati, apothecia urceolata *Sticta demutabilis* Krph.,

β) thallus subtus (exceptis partibus marginalibus) nudus, superne punctulis albis sorediosulis obsitus . . . . *Sticta Reineckeana* Müll.-Arg.,

2. pseudocyphellae flavae . . . . *Sticta flavissima* Müll.-Arg.,

II. thallus subtus cyphellis veris obsitus . . . . *Sticta samoana* Müll.-Arg.,

b) thallus stipitatus:

I. lamina thalli minuta, usque 3·5 *mm* longa, integra . . . . . . *Sticta perexigua* A. Zahlbr.,

II. lamina thalli multo major, longa, laciniata vel lobata:

1. stipes minus distinctus vel brevis; thallus latior, 55—85 *mm* latus *Sticta carpolomoides* Nyl.,

2. stipes distinctus, 7—14 *mm* longus; thallus minor, 20—35 *mm* latus *Sticta pedunculata* Krplh.

B. Thallus gonidiis nostocaceis, coeruleovirescentibus:

a) thallus estipitatus:

I. thallus subtus pseudocyphellis albis:

1. thallus superne sorediis parvulis vel punctulis sorediosulis albis adspersus:

α) thallus subtus subnudus, indumento parce evoluto, sinubus, laciniarum non late apertis . . . . *Sticta argyracea* (Bory),

β) thallus subtus indumento lanato copioso vestitus, sinubus laciniarum late apertis *Sticta semilanata* Müll.-Arg.,

2. thallus superne absque sorediis parvis . . . . *Sticta intricata* Del.;

II. thallus subtus pseudocyphellis flavis vel citrinis;

1. sporae 3septatae . . . . *Stricta Mougeotiana* var. *xantholoma* Del.

2. sporae uniseptatae:

α) thallus late lobatus, lobis rotundatis, subtus tomentosus, medulla KHO optime flavens . . . . *Sticta crocata* (L.),

β) thallus lobis linearibus, subtus tomento tenui vel passim evanescente, medulla KHO — . . . . *Sticta carpoloma* Del.;

b) thallus stipitatus:

I. thallus esorediosus . . . . *Sticta marginifera* Mont.

II. thallus ad margines vel etiam et secus marginem continue et crasse nigricanti-serediosus *Sticta brevipes* (Müll.-Arg.).

A. Sect. **Eusticta** Hue.

81. Sticta dissimulata Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 362, et Lich. Nov. Zeland. (1887), p. 37; Stizenberger, in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 113; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 294.

Lobaria dissimulata OK., Revis. Gener. Plant., Vol. II (1891), p. 876.

Sticta Richardii Mont. et v. d. Bosch in Junghuhn, Plant. Jungh., Fasc. IV (1855), p. 437, non Mont. in Annal. scienc. nat., Botan., Ser. 2*a*, Vol. IV (1835), p. 89 nec Mont., Syll. Gener. Spec. Cryptog. (1856), p. 235, fide Nylander l. s. c.

Sticta sulphurea Schär. in Moritz., Systemat. Verz. (1845), p. 127.

Sticta dichotoma Mont. et v. d. Bosch in Junghuhn, Plant. Jungh., Fasc. IV (1855), p. 438, pro parte, non Del. fide Stizenberger l. s. c.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 29, 37, 37*a*, 39*b*, 42, 51, 51*a*).

82. Sticta demutabilis Krph.!

In Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, 4. Heft (1874), p. 98; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 116; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 294.

Thallus et medulla alba, KHO et $CaCl_2O_2$ —.

Upolu. Auf dem Gipfel des Berges Lanutoo, an Baumstämmen, fruchtend (Rechinger, Nr. 5142), Utumapu, auf Urwaldbäumen im Kammgebiete, fruchtend (Rechinger, Nr. 3389).

Sawaii. In Bergwäldern an Bäumen (Gräffe, Nr. 106).

Hieher gehört wahrscheinlich »*Sticta damaecornis*« Tuck. in Wilkes, U. S. Explor. Expedit., Vol. XVII (1861), p. 135. Die echte *Sticta damaecornis* (Sw.) Ach. wurde bisher auf den Samoa-Inseln nicht gefunden.

F. **minor** Krph. l. s. c.

Sawaii. In Bergwäldern an Bäumen (Gräffe, Nr. 109).

F. **laevis** Krph.! l. s. c. (Taf. II, Fig. 2)

Sticta damaecornis var. *dichotoma* A. Zahlbr., in Annal. Naturhist. Hofmus. Wien, Bd. XX (1905), p. 35, non Nylander.

Exsicc.: Crypt. exsicc. edit. Mus. Palat. Vindob. Nr. 1241.

Upolu. Auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m*, an Baumzweigen fruchtend (Rechinger, Nr. 2775, 2888).

Tutuila, Matafao. An Bäumen (Reinecke, Nr. 10 pro parte).

Nachdem ich nunmehr die Krempelhuber'schen Originalien dieser Form eingesehen und studiert habe, bin ich in der Lage, meine frühere irrtümliche Bestimmung richtigstellen zu können. Die Form der Pseudocyphellen täuscht leicht, indem sie in den Randpartien des Lagers nicht vollständig entwickelten echten Cyphellen ähnlich sind; typisch treten sie in den unteren Teilen der Lagerunterseite auf. Die Lagerunterseite soll nach Krempelhuber's Beschreibung kahl sein; dies trifft indes selbst an den Krempelhuber'schen Originalien nicht zu. Ein Indument, allerdings ein wenig entwickeltes, ist stets vorhanden.

Nachfolgend gebe ich die eingehendere Beschreibung des inneren Baues der Apothecien, welcher in allen drei Formen übereinstimmt.

Excipulo gonidia non continente in margine lacerato, omnino pseudoparenchymatico, ex hyphis radiantibus formato, fere decolore, cellulis oblongis vel subangulosis, sat magnis; hypothecio ex hyphis dense intricatis formato, rufescente; hymenio decolore, in parte suprema rufescenti-fuscescente, 100—130 μ alto, J obscure coeruleo; paraphysibus simplicibus, densis, gelatinam firmiusculam percurrentibus, tenuissime septatis, filiformibus, apice parum clavatis; ascis oblongo-clavatis, 88—92 μ longis et 15—17 μ latis, apice rotundatis et ibidem membrana parum incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis biserialiter dispositis, verticalibus vel parum obliquis, fuscescentibus, fusiformibus, apicibus subrotundatis vel acutatis, 2—3septatis, 25—30 μ longis et 8—9 μ latis, membrana tenui cinctis.

83. **Sticta Reineckeana** Müll.-Arg.! (Taf. II, Fig. I.)

In Engler, Bot. Jahrb. Bd. XXIII (1897), p. 295.

Sticta variabilis var. *papyracea* Krph.! in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, 4. Heft (1874), p. 99.[1]

Sawaii. Über Moosen auf Baumstämmen, zirka 1500 *m* ü. d. M. (Reinecke Nr. 52, 52*a*).

---

[1] Die auf Ovalu gesammelten und von Krempelhuber in obiger Weise bezeichneten Stücke besitzen zweifellos weiße Pseudocyphellen; dieselben sind allerdings sehr klein und treten nur in spärlicher Anzahl auf, weshalb sie wohl von Krempelhuber übersehen wurden. Übrigens gesteht dieser Autor selbst, daß er sich über die Flechte nicht volle Klarheit verschaffen konnte. Zu *Sticta papyracea* Del. (in der Stizenberger'schen Übersicht der Grübchenflechten nicht angeführt) kann diese Ovalu-Flechte schon deshalb nicht gezogen werden, weil erstere echte Cyphellen und ein Indument auf der Lagerunterseite besitzt, dieser hingegen die weißen sorediösen Pünktchen auf der Thallusoberseite fehlen.

Thallus decumbens usque 7 *cm* latus, superne osseo-glaucescens, nitidulus, laevigatus, glaber, KHO —, $CaCl_2O_2$ —, subtus concolor vel paulum pallidior, centrum versus tamen cinnamomeo-fuscescens, nudus vel in partibus juvenilibus tomentosulus, pseudocyphellis albis, minutis, planis, parum prominulis, sparsis et nondum crebris, membranaceus, 0·16—0·18 *mm* crassus, iteratim dichotome vel rarius trichotome divisus, laciniis 2—4 *mm* latis, concavis vel concaviusculis, linearibus vel paulum cuneatis, apicicibus rotundatis vel emarginatis, superne isidiis destitutis et punctulis niveis urediosulis sparsis ornatis, utrinque corticatus, cortice superiore decolore, 24—27 μ crasso, pseudoparenchymatico, ex hyphis verticalibus septatisque formato, cellulis subangulosis, in seriebus verticalibus 4—5; cortice inferiore decolore, 28—26 μ crasso, cortici superiori simili, gonidiis pleurococcoideis, infra corticem superiorem sitis, stratum tenue et non continuum formantibus, cellulis globosis, dilute viridescentibus, membrana tenui cinctis, 6—8 μ latis; medulla alba, ex hyphis ad 3·5 μ crassis, dense intricatis, granulis decoloribus dense obtectis formata, KHO —, $CaCl_2O_2$ —. Apothecia submarginalia, elevato-sessilia, parmeloidea, basi constricta, sat parva, 1·25—1·5 *mm* lata; disco fusco, opaco, e concaviusculo demum plano; margine prominulo, verrucoso-aspero; excipulo pseudoparenchymatico, ex hyphis radiantibus, conglutinatis septatisque, sat pachydermaticis formato, cellulis plus minus oblongis, infra corticem gonidia non includente; hypothecio pallido, lutescente, ex hyphis densissime intricatis formato, strato medullari thallino imposito; hymenio in parte superiore rufescente, caeterum decolore, 100—120 μ alto, J coeruleo; paraphysibus simplicibus, 3—3·5 μ crassis, dense contextis, tenuissime parceque septatis, apice haud latioribus; ascis cylindrico-oblongis, hymenio parum brevioribus, apice rotundatis et ibidem membrana parum incrassata cinctis, 8 sporis; sporis in ascis biserialiter dispositis, verticalibus vel vix obliquis, rufo fuscescentibus, oblongo-fusiformibus, oblongis vel rhomboideo-oblongis, rectis vel leviter sigmoideis, uniseptatis, 22—26 μ longis et 7—10 μ latis, membrana sat tenui cinctis. Conceptacula pycnoconidiorum marginalia, immersa, parum prominula, vertice nigricante, centro pertusa, ad medium thallino-vestita, depresso-globosa vel fere lentiformia; perithecio pallido, integro; fulcris ramosis, dense intricatis, sat dense septatis, endobasidialibus; pycnoconidiis rectis, bacillaribus, utrinque in apice rotundato-incrassatis, ad 5 μ longis et 0·5 μ crassis.

84. Sticta samoana Müll.-Arg.! (Taf. II, Fig. 4).

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 294.

Sticta damaecornis Krph.! in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 97, quoad specimen samoense.

Sticta subsinuosa f. *lutescens* Krph.! l. s. c.

Sticta cinereoglauca Krph.! l. s. c. non. Tayl.

Upolu. Auf der Spitze des Apiaberges, an Bäumen fruchtend (Rechinger, Nr. 1866, 2648), im Kammgebiete, zirka 700 *m* ü. d. M., an Bäumen (Reinecke, Nr. 8), am Letogofluß (Reinecke, Nr. 1), auf dem Berge Lanuto (Reinecke, Nr. 10), im Urwalde bei Utumapu, an Bäumen, fruchtend (Rechinger, Nr. 2800, 3391), im Urwalde bei Tiavi, an Bäumen, fruchtend (Rechinger Nr. 2662).

Savai. Le paega (Reinecke, Nr. 45, 45*a*).

Tutuila. Matafao (Reinecke, Nr. 10*v* pro parte).

Ohne nähere Standortsangabe (Powell Nr. 153).

Thallus ad 0·18 *mm* crassus, superne KHO vix lutescens, $CaCl_2O_2$ —, utrinque corticatus; cortice superiore decolore, ad 35 μ crasso, pseudoparenchymatico, cellulis angulosis, sat parvis, 6—13 μ latis, in seriebus verticalibus 4—5 dispositis; cortice inferiore fuscescente, caeterum cortici superiori similis, infra apothecia crassiore, decolore, cellulis majoribus longioribusque; strato gonidiali infra corticem superiorem sito, continuo, 50—55 μ crasso, gonidiis palmellaceis, globosis, parvis, 5—7 μ latis, membrana tenui cinctis; medulla alba ex hyphis sublongitudinalibus, dense intricatis, circa 3·5 μ crassis, leptodermaticis

formata KHO —, $CaCl_2O_2$ —, $KHO + CaCl_2O_2$ —; rhizinis ex hyphis fuscescentibus, fasciculatis, crebre septatis, membrana fere crassiuscula cinctis formatis. Excipulo crassiusculo, ex hyphis radiantibus, conglutinatis septatisque formato, cellulis oblongis, leptodermaticis, in parte basali infra hypothecium medullam et lateraliter infra corticem gonidia includente; hypothecio ex hyphis formato dense intricatis, rufescenti-ochraceo; hymenio decolore et solum in parte suprema anguste rufescente, 175—180 μ alto, J coeruleo; paraphysibus densis, filiformibus, ad 3·5 μ crassis, simplicibus et sat tenuiter et crebre septatis, gelatinam haud copiosam firmiusculamque percurrentibus; ascis oblongo-subcylindricis, hymenio fere aequilongis, 17—10 μ latis, apicem versus membrana modice incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis biserialibus, verticalibus, decoloribus 1—3, rarius demum 7septatis, fusiformibus vel fusiformi-dactyloideis, subacutis, rectis vel subsigmoideis, 40—50 μ longis et 9·5—10 μ crassis, membrana tenui cinctis. Conceptacula pycnoconidiorum immersa, in strato medullari sita, parum emergentia, ostiolo obfuscato; perithecio depresso-globoso vel transversim ellipsoideo, circa 0·8 *mm* lato, fuscescente, integro, ex hyphis dense intricatis formato; fulcris dense ramosis, crebre septatis ad septa parum constrictis, leptodermaticis KHO flavescentibus, endobasidialibus; pycnoconidiis rectis, cylindricis, utrinque apice parum incrassatis, 4—5 μ longis et ad 0·5 μ crassis.

Wie schon Müller-Arg. a. o. a. O. richtig bemerkt, bleicht das Lager in den älteren zentralen Partien häufig aus und es bekommt dann die Lagerfarbe einen Stich ins Glauke. Derartige, etwas verfärbte Lagerlappen wurden von Krempelhuber als »Sticta cinereoglauca« bestimmt (Graeffe Nr. 96). Ein weiterer Grund für diese Bestimmung lag wohl auch darin, daß die Sporen älterer Apothecien durch Einschiebung neuer, weniger deutlicher Scheidewände mitunter achtzellig werden. Solche Sporen treten neben den normalen zwei- bis vierzelligen in geringer Anzahl auf und zeigen stetig etwas Krankhaftes. Die echte *Sticta cinereoglauca* Tayl. besitzt ein weniger derbes und anders gefärbtes Lager, ihre Cyphellen sind kleiner, die Apothecien größer und die Sporen schmäler.

In Müller's oben angeführter Aufzählung der von Reinecke gesammelten Flechten werden alle Sticten der Gartung *Stictina* subsumiert. Es fällt dies um so mehr auf, da Müller in allen seinen lichenologischen Schriften die Gattungen *Sticta* und *Stictina* scharf auseinanderhielt. Wir wissen jedoch, daß Müller knapp vor seinem Tode das Manuskript der herangezogenen Arbeit fertigstellte; er wird daher die Korrektur des Satzes nicht mehr selbst besorgt haben. Es handelt sich hier offenbar um ein Versehen, welches nicht auf das Konto des hervorragenden Lichenologen zu setzen ist. Daß dem so sei, geht aus den Originaletiketten hervor, auf welchen Müller selbst »*Sticta samoana*« schrieb. Ich habe daher in diesem Falle wie auch bei einigen anderen Arten aus diesem Druckfehler keine nomenklatorischen Konsequenzen gezogen.

Var. **hypogymnia** A. Zahlbr. n. var.

Thalli lobis magis elongatis angustioribusque, subtus nudis vel subnudis, in centro magis obscuratis a planta typica differt.

Upolu. Bei Tiavi, an Bäumen, fruchtend (Rechinger, Nr. 2666).

85. Sticta flavissima var. simulans Müll.-Arg.

In Bull. Herb. Boissier, Vol. IV (1896), p. 89, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 294.

Upolu. An Ästen (Reinecke, Nr. 47).

86. Sticta carpolomoides Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 351; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 124; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb. Bd. XXIII (1897), p. 294.

Lobaria carpolomoides OK., Revis. Gener. Plant., Vol. II (1891), p. 876.

(Reinecke, Nr. 28*a*.)

87. Sticta pedunculata Krph.! (Taf. II, Fig. 3.)

In Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 97, Taf. XIV, Fig. 2 bis 4 et 8; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 125; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 294.

Sticta Shirleyana Müll.-Arg. in Hedwigia, Bd. XXXII (1893), p. 122.

Thallus erectus, monophyllus, usque 80 *mm* altus et usque 60 *mm* latus, lamina membranacea, rigescente, superne viridescenti-glaucescente vel lutescenti-glaucescente, nitidula, madefacta laeta viridi, laevigata vel scrobiculata, KHO —, $CaCl_2O_2$ —, irregulariter et parce laciniata, laciniis 2—5, sinuato-lobatis vel sinuato-crenulatis, sinubus rotundis, lacinulis haud conniventibus, stipitata, stipite tenui, solido, usque 14 *mm* longo, fuscescente vel nigricante, opaco, subtomentosulo, corticato, cortice pseudoparenchymatico, caeterum ex hyphis longitudinalibus, dense conglutinatis formato, gonidia non continente, sorediis destituta, versus marginem vel etiam in superficie hinc inde cephalodiis 2—4 *mm* latis, minutis, dendroideis, plumbeo-cinerascentibus obsita, subtus saltem versus basin subcostata, ambitu osteoleuca, caeterum ochraceo-pallida et nuda, centrum versus ochraceo-fusca vel umbrina, tomentosula, cyphellis albis urceolatis, usque 1 *mm* latis sat dense obsita, utrinque corticata; cortice superiore et inferiore 18—12 μ crasso, pseudoparenchymatico, cellulis sat parvis, in seriebus verticalibus 2—4 dispositis; medulla alba, KHO —, $CaCl_2O_2$ —, ex hyphis plus minus horizontalibus, sat dense contextis, ad 3·5 μ crassis formata; strato gonidiali infra corticem superiorem sito, sat lato, medullae subaequicrasso, gonidiis palmellaceis, rotundis, 7—9 μ latis, membrana mediocri cinctis. Apothecia marginalia, sat parva, 1—2 *mm* lata, subpedicellata, primum urceolata, demum plana; disco rufescenti-fusco, opaco, demum nonnihil obscurato; margine tenui, primum parum involuto, haud prominulo, integro, subgranulato, nigro; excipulo extus nigro, subgranulato, ex hyphis formato radiantibus, leptodermaticis, conglutinatis septatisque, pseudoparenchymatico, intus decolore, ad marginem nigriscenti-fuscescente, stratum medullare sat angustum infra hypothecium situm includente, gonidia non continente; hypothecio obscure rufo-fusco, versus hymenium pallidiore, fere decolore, ex hyphis dense intricatis formato; hymenio decolore, solum in parte suprema rufescente, 120—140 μ alto, J coeruleo; paraphysibus dense conglutinatis, filiformibus, simplicibus, apice haud latioribus, gelatinam firmiusculam percurrentibus; ascis oblongo-clavatis, hymenio parum brevioribus, apice rotundatis et ibidem membrana incrassata cinctis, 8sporis; sporis in ascis verticalibus, primum decoloribus, demum dilute fuscescentibus, fusiformibus, acutato-rotundatis, rectis vel subrectis, rarius subsigmoideis, 1—3septatis, 30—45 μ longis et 6—8·5 μ latis, membrana tenui cinctis.

Upolu. Auf moosigem Baumgrunde am Kraterrande des Vulkans Lanutoo, 700 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 3330), und im Urwalde bei Tiavi, fruchtend (Rechinger, Nr. 2661).

Sawaii. In Gebirgswaldungen (Gräffe, Nr. 102, 103).

Eine sehr zierliche Flechte und gute Art. Von den Angaben Krempelhuber's ist der Sporenbau richtigzustellen. Die einzelnen Thalli scheinen am Grunde der Stielchen durch kurze, wagrechte, fädliche Verlängerungen der letzteren zu mehreren zusammenzuhängen. Leider gestattet es das Material nicht, über dieses gewiß interessante morphologische Verhalten völlige Sicherheit zu erlangen.

88. **Sticta perexigua** A. Zahlbr. n. sp.

Thallus stipitatus, stipite brevi, 1—2 *mm* longo, cylindrico, solido, superne glauco-viridescente, inferne carneoalbido, subopaco, lamina exigua, 2·5—3·2 *mm* in diam., erecta, rotunda, rotundata, oblongo-rotundata vel subreniformi, plana vel basin versus parum excavata, basi subretusa, rotundata vel abrupte in stipitem angustata, in margine integra, subintegra vel levissime undulata, superne-glauco viridescens (madefactus pomaceo-viridescens), nitidula. KHO —, $CaCl_2O_2$ —, laevigata, glaberrima, membranacea, 160—220 μ crassa, isidiis, sorediis et cephalodiis destituta, subtus carneo-albida vel glaucescenti-albida, nitidula, glaberrima, cyphelis veris bene gyalectiformibus parvis, 0·1—0·2 *mm* latis albidis increbrisque instructa; utrinque corticatus, cortice superiore decolore, 16—18 μ alto, pseudoparenchymatico, cellulis sat parvis, subangulosis, leptodermaticis, in seriebus verticalibus 3 dispositis; gonidiis pleurococcoideis, laete viridibus, globosis, 5—7 μ latis, membrana mediocri obductis, stratum infra corticem superiorem continuum, usque 40 μ altum formantibus; medulla alba, stuppacea, ex hyphis haud dense intricatis, ad 3·5 μ crassis, leptodermaticis formata, KHO —, $CaCl_2O_2$ —, KHO + $CaCl_2O_2$ —; cortice inferiore decolore, 12—14 μ alta, pseudoparenchymatico, cellulis 3·5—6 μ latis, subcubicis vel subangulosis, in serie unica vel in seriebus 2 dispositis. Apothecia et pycnoconidia non visa.

Upolu. Auf zarten Laub- und Lebermoosstämmchen, auf Bäumen auf dem Lanutoo, bei 700 *m* ü. d. M., sehr selten (Rechinger, Nr. 3024).

Obwohl diese zierlichste und kleinste aller Sticten nur in sterilen Exemplaren vorliegt, läßt sich aus dem Vorkommen auf zarten Moosstämmchen schließen, daß es sich nicht um Jugendzustände einer der bekannten *Sticta*-Arten, sondern um eine distinkte Species handelt. Ganz sicher kann die Flechte nicht die ersten Stadien der *Sticta pedunculata* Krph. bilden, von der letzteren liegen mir alle Entwicklungsstadien vor und selbst die jüngsten weichen im Umrisse der Thallusspreite, in Farbe und Konsistenz von *Sticta perexigua* wesentlich ab. Eine vollständige Diagnose der neuen Art wird sich erst nach dem Auffinden fruchtender Exemplare geben lassen.

Sect. **B. Stictina** (Nyl.) Hue.

89. **Sticta argyracea** Del.

Hist. Lich. Sticta (1822), p. 91, Taf. VII, Fig. 30; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. II (1901), p. 87.

Stictina argyracea Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 334; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1885), 126; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Upolu. Auf dem Vulkan Lanutoo, auf hohen Bäumen im Urwalde, steril (Rechinger, Nr. 543) und fruchtend (Rechinger, Nr. 3100, 3268), ober Utumapu im Urwalde auf Baumrinden, fruchtend (Rechinger, Nr. 3221).

Sawaii. Bei Assaua, an Bäumen, fruchtend, in einer Form mit nacktem, von Soredien und Isidien entblößten Lager (Rechinger, Nr. 3093).

90. **Sticta intricata** Del.

Hist. Lich. Sticta (1822), p. 96, Taf. VII, Fig. 33; Huc, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. II (1901), p. 91.

Stictina intricata Nyl., Synops. Lich., Vol. 1 (1860), p. 334; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1885), p. 127.

Var. **gymnoloma** A. Zahlbr.

Stictina intricata var. *gymnoloma* Nyl. l. s. c.

Stictina Godeffroyi Krph. in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 99, fide Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 127.

Upolu. Utumapu, an Bäumen, mit jungen, wenig entwickelten Apothecien (Rechinger, Nr. 3233).

91. **Sticta semilanata** A. Zahlbr. (Taf. II, Fig. 5.)

Stictina semilanata Müll.-Arg.! in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Thallus 0·2—0·25 *mm* crassus, superne punctulis albis sorediosulis minutis parcisque obsitus et sparse punctulatim impressus, KOH —, $CaCl_2O_2$ —; cortice superiore decolore, 28—38 μ crasso, pseudoparenchymatico, cellulis subangulosis, leptodermaticis, in seriebus verticalibus 5—6 dispositis, mediocribus; cortice inferiore lutescente vel ochraceo-lutescente, caeterum cortici superiori similis; gonidiis infra corticem superiorem stratum sat angustum continuumque formantibus, nostocaceis, coeruleo-virescentibus, moniliformi-concatenatis et glomeruloso-intricatis, leptodermaticis, increbre septatis, ad 3·5 μ crassis formata; rhizinis ex hyphis conglutinatis, fasciculatis septatisque formatis.

Upolu. Kammgebiet bei Utumapu, zirka 1000 *m* ü d. M., an Baumzweigen, steril (Rechinger, Nr. 2866).

Sawaii. Tutuila (Reinecke, Nr. 42 *a*, 72).

92. **Sticta Mougeotiana** Del.

Hist. Lich. Sticta (1822), p. 62, Taf. V, Fig 13.

Stictina Mougeotiana Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 340; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 131.

Var. **xantholoma** Del.

Hist. Lich. Sticta (1822), p. 63, Taf. V, Fig. 14; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1901), p. 85,

Stictina Mougeotiana var. *xantholoma* Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 341; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Auf Moosen (Reinecke, Nr. 67).

93. **Sticta crocata** Ach.

Method. Lich. (1803), p. 277.

F. **esorediosa** A. Zahlbr.

Stictina crocata f. *esorediosa* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 354, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXII (1897), p. 294.

Auf Baumstämmen und Moosen (Reinecke, Nr. 5, 9, 48, 60, 62*a*).

Upolu. Tiavi, auf dem Gipfel eines Urwaldbaumes, steril (Rechinger, Nr. 3220).

94. **Sticta carpoloma** Del.

Hist. Lich. Sticta (1822), p. 159, Taf. XIX, Fig. dext.; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. II (1901), p. 83.

Stictina carpoloma Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 339; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 130.

Upolu. Auf dem Gipfel des Apiaberges, auf Bäumen, steril (Rechinger, Nr. 3083), auf dem Lanutoo auf Bäumen, steril (Rechinger, Nr. 3292) und fruchtend (Rechinger, Nr. 3101), bei Utumapu, steril (Rechinger, Nr. 2790).

95. Sticta marginifera Mont.

In Voyage Bonite (1844—1846), p. 144, Taf. CXLVI, Fig. 2; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 99.

Stictina filicina f. *marginifera* Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 349.

Stictina marginifera Nyl., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bullet. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 53; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 136; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Auf bemoosten Baumstämmen (Reinecke, Nr. 38, pro parte, 43 pro parte, 46 pro parte).

96. Sticta brevipes A. Zahlbr.

Stictina brevipes Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXV (1882), p. 302, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Sawaii. An bemoosten Baumstämmen, zirka 1000 *m* ü. d. M. (Reinecke, Nr. 46 pro parte).

Var. submarginifera A. Zahlbr.

Stictina brevipes var. *submarginifera* Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 293.

Sawaii. Auf Bäumen, zirka 1300 *m* ü. d. M. (Reinecke, Nr. 38, pro parte).

XLVI. Lobaria (Schreb.) Hue.

97. Lobaria discolor Hue.

Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1901), p. 23.

Sticta discolor Del., Hist. Lich. Sticta (1822), p. 136, Taf. XVIII, Fig. 59; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 295.

Ricasalia discolor Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 367; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 100; Stizenberger in Flora, Bd. LXXXI (1895), p. 109.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. Nr. 91.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 39, 39*a*, 54, 68, 68*a*).

Upolu. Kamm des Lanuto, fruchtend (Rechinger, Nr. 3287, 3320, 3370).

Die Sporen fand ich 30 bis 34 μ lang und 8 bis 9 μ breit, die Pycnoconidien 5 bis 8 μ lang und bei 1 μ breit. Die Farbe der Lagerunterseite ist nur in jüngeren Exemplaren weiß oder weißlich, ältere Stücke zeigen nur einen weißen Rand und umbrabraune bis schwärzlich gefärbte Mittelpartien.

Peltigeraceae.

XLVII. Peltigera Willd.

98. Peltigera polydactyla Hoffm.

Deutschl. Flora, Bd. II (1796), p. 106.

Var. **membranacea** Müll.-Arg.!

In Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292.

Sawaii. Zwischen und über Moosen, in der Bergregion, zirka 1000 *m* ü. d. M. (Reinecke, Nr. 44), und auf Moospolstern auf dem Vulkan Maungaafi, zirka 1300 *m* ü. d. M., fruchtend (Rechinger, Nr. 2916, 2947).

Pertusariaceae.

XLVIII. Pertusaria Del.

Conspectus specierum.

A. Verrucae apotheciigerae lecanorinae, $CaCl_2O_2$ erythrinae . . . . *P. velata* (Turn.) Nyl.
B. Verrucae apotheciigerae pertusaroideae, $CaCl_2O_2$— . . . . *P. pycnothelia* Nyl.

99. Pertusaria velata Nyl.

Lich. Scandin. (1861), p. 179; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 106; Crombie, Monogr. Lich. Britain, Vol. I (1894), p. 497; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 297.

Parmelia velata Turn. in Transact. Linn. Soc. London, Vol. IX (1808), p. 143, Taf. XII, Fig. 1.

Upolu. Auf Kokosstämmen bei Malifa (Rechinger, Nr. 5002).

* 100. Pertusaria pycnothelia Nyl.

Synops. Lich. Nov. Caled. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 70; Müller-Arg. in Flora, Bd. LXVII (1884) p. 401.

Upolu. Auf der Rinde größerer Bäume bei Vaimea (Rechinger, Nr. 5077).

Lecanoraceae.

XLIX. Lecanora Ach.

101. Lecanora subfusca var. chlarona Ach.

Synops. Lich. (1814), p. 158.

Upolu. Auf kultiviertem Bambus bei Apia (Rechinger, Nr. 3118), auf den Zweigen von *Rhizophora mucronata* in den Mangrove-Sümpfen bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5148) und auf *Eugenia Mitchellii* bei Motuotua (Rechinger, Nr. 2810).

L. Haematomma Mass.

102. Haematomma puniceum Wainio.

Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 72.

Lecanora punicea Ach., Synops. Lich. (1814), p. 174; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 103.

Upolu. Auf Rinden in der Bergregion (Gräffe, Nr. 12, 119).

Parmeliaceae.

LI. Parmelia Ach.

Conspectus specierum.

A Thallus albus, albidus vel glaucescens:

a) thallus subtus usque ad apicem laciniarum rhizinis munitus, superne creberrime reticulato-rimulosus, medulla KHO e flavo rubens . . . . *P. cetrata* Ach.;

b) thallus subtus ad ambitum late nudus aut in ipso margine ciliatus:

α. thallus isidiis destitutus:

I. medulla KHO —, lobi thalli sorediose limbati:

1. medulla $CaCl_2O_2$ erythrinosa, pycnoconidia filiformi - cylindrica, apicibus truncatis *P. olivaria* (Ach.) Hue,

2. medulla $CaCl_2O_2$ — (sed KHO + $CaCl_2O_2$ erythrinosa), pycnoconidia lageniformia *P. cetrarioides* (Del.) Nyl.,

II. medulla KHO e flavo rubens:

1. thallus esorediosus . . . . *P. latissima* Fée.

2. thalli lobi cristati, undulati et sorediati . *P. latissima* var. *cristifera* (Tayl.) Hue.

β) thallus centrum versus dense isidiosus, isidiis parvis et tenuissimis:

I. medulla $CaCl_2O_2$ intense rubens . . . . *P. tinctorum* Despr.,

II. medulla $CaCl_2O_2$ — . . . . *P. tinctorum* var. *inactiva* A. Zahlbr.

B Thallus lutescens, flavescens vel flavus:

a) medulla KHO —, KHO + $CaCl_2O_2$ non vel haud rubescens . . . . *P. relicina* E. Fr.;

b) medulla KHO flavens vel subaurantiaca, KHO + $Ca\ Cl_2\ O_2$ optime rubens *P. samoënsis* A. Zahlbr.

Sect. **Amphigymnia** Wainio.

103. Parmelia latissima Fée.

Essai Écorc. Offic., Supplém. (1837), p. 119, Taf. XXXVIII, Fig. 1 et Taf. XLII, Fig. 4; Hue, Lichen. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 204; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 295.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 63).

F. cristifera Hue.

Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 205.

Parmelia cristifera Tayl. in Hooker, Journ. of Botany, Vol. VI (1847), p. 165.

Upolu. Bei Malifa, an den Stämmen kultivierter Kokospalmen (Rechinger, Nr. 5165).

104. Parmelia olivaria Hue

Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 195 (ubi synon.).

Parmelia perlata var. *olivaria* Ach., Method. Lichen. (1803), p. 217; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 295.

An Baumstämmen (Reinecke, Nr. 61).

105. Parmelia tinctorum Despr.

Apud Nylander in Flora, Bd. LIV (1872), p. 547; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4a, Vol. I (1899), p. 200; A. Zahlbruckner., Flecht. Deutschen Südpolar-Expedit. in »Die Deutsche Südpolar-Expedit. 1901 bis 1903«, Bd. VIII (1906), p. 22 (ubi synon.).

Parmelia praetervisa Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 494, pro parte.

Tutuila. Pago-Pago, auf Kokospalmen, steril (Rechinger, Nr. 3135).

Upolu. Auf Kokospalmen in der Vailele-Pflanzung (Reinecke, Nr. 13).

Var. inactiva A. Zahlbr. n. var.

Parmelia praetervisa Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 295, pro parte.

Thallus superne KHO flavens, $CaCl_2O_2$—; medulla alba, KHO haud lutescens, $CaCl_2O_2$—, KHO + $CaCl_2O_2$ rubescens.

Upolu. Malifa, an Stämmen kultivierter Kokospalmen, steril (Rechinger, Nr. 4999), und an Kokospalmen in der Vailele-Pflanzung (Reinecke, Nr. 13*a*).

Die vorliegenden Stücke sind steril, tragen auch keine Pycnoconidienbehälter, stimmen aber im übrigen vollkommen mit dem Lager der echten *P. tinctorum* Despr. überein. Trotzdem kann die Einreihung daselbst nur eine provisorische sein.

P. praetervisa var. *flavicans* Müll.-Arg. von Upolu (Reinecke, ohne Nr.) ist ein kleines verdorbenes und steriles Stück einer *Parmelia* aus der Sektion *Amphigymnia*; an den verfärbten gelblichbräunlichen Stellen ist auch die obere Rinde des Lagers mehr weniger beschädigt, an Randpartien, wo die Rinde erhalten ist, zeigen die Lagerpartien eine weißlichgraue Farbe. Zu *P. tinctorum* Despr. gehört das Stück nicht; ich halte es für eine verdorbene *P. latissima* Fée, deren ältere Herbarexemplare häufig denselben Farbenton aufweisen. Für meine Auffassung sprechen auch die chemischen Merkmale.

106. Parmelia cetrarioides Del.

Apud Duby, Botanic. Gallic., Vol. II (1830), p. 601; Nylander, Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 380, et in Flora, Bd. LII (1869), p. 290; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser, 4*a*, Vol I. (1899), p. 196.

Parmelia perlata var. *cetrarioides* Duby, Botanic. Gallic., Vol. II (1830), p. 601.

Upolu. Auf dem Gipfel des Apiaberges, an Baumstämmen, steril (Rechinger, Nr. 3070).

Sect. Hypotrachyna Wainio.

107. Parmelia cetrata Ach.

Synops. Lich. (1814), p. 198; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890) p. 40; Hue, Lich., extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 173.

F. ciliosa Hue.

L. s. c. p. 175.

Parmelia perforata f. *ciliosa* Viaud Grand Marais in Bullet. Soc. Scienc. Nat. Ouest de la France, Vol. II (1892), p. 156.

Upolu. Auf den Stämmen riesiger Bäume bei Vailima, steril (Rechinger, Nr. 2966).

Sect. **Xantoparmelia** Wainio.

108. Parmelia samoënsis A. Zahlbr. n. sp. (Taf. II, Fig 6).

Thallus sat late expansus, adpressus, superne stramineo-flavescens, nitidulus, laevigatus, KHO lutescens, $CaCl_2O_2$ —, subtus niger, nitidulus, in centro rhizinis crebris papilliformibus obsitus, versus ambitum et in ipso margine rhizinis ramosis, nigris, brevibus sat dense obsitus, iteratim crebre dicho- et trichotome divisus, laciniis angustis, 0·5—3 *mm* latis, imbricatis, sinubus oblongo- rotundatis, laciniis non conniventibus, apice rotundatis, subangulosis vel truncatis, esorediosus, isidiis destitutus, utrinque corticatus cortice superiore continuo, decolore, 18—26 μ crasso, cortice inferiore nigrescente, cortici superiori aequilato, gonidiis infra corticem superiorem stratum sat crassum formantibus, globosis, medulla alba, KHO lutescente vel subaurantiaca, tinctione demum evanescente, $CaCl_2O_2$ leviter, KHO + $CaCl_2O_2$ optime erythrinosa, ex hyphis ramosis, dense intricatis, ad 3·5 μ crassis formata. Apothecia sessilia vel elevato-sessilia, subpeltata usque 3·5 *mm* lata, dispersa, rotunda; disco rufescenti vel testaceo-fuscescente, nitidulo, laevigato, demum planiusculo; margine thallino prominulo, primum bene, demum leviter incurvo, crenulato, conceptaculis pycnoconidiorum nigris subglobosis sat crebre obsito; excipulo in parte superiore thallo concolore, in parte inferiore nigro, primum rhizinis nigricantibus, brevibus, patentibus vestito, demum nudo, icorticato, cortice crasso, 26—52 μ alto, ex hyphis ramosis, pachydermaticis formato, infra hypothecium et nfra stratum corticale gonidia continente, medullam copiosam includente; hymenio decolore, in parte suprema anguste rufescenti-fuscescenti, 50—65 μ alto, gelatinam haud continente, J coeruleo; hypothecio decolore, crassiusculo, 70—90 μ alto, ex hyphis ramosis formato, fere pseudoparenchymatico, in KHO viso retiformi; paraphysibus densis, strictis simplicibus vel parce ramosis, eseptatis, apice haud latioribus; ascis cylindrico-oblongis vel oblongoclavatis, hymenio subaequilongis, apice rotundatis et ibidem membrana modice incrassata cinctis, 8 sporis; sporis in ascis subuniserialibus vel subbiserialibus dispositis, decoloribus, late ovalibus vel subglobosis, simplicibus, membrana tenuissima cinctis, 5—6 μ latis et 3·5—5 μ latis. Conceptacula pycnoconidiorum nigra, thallo plus minus immersa vel in margine apotheciorum semiemersa, nitida; perithecio dimidiato; fulcris endobasidialibus; pycnocnnidiis aciculari-cylindricis, rectis, brevibus, 4—5·5 μ longis et ad 0·5 μ latis.

Upolu. Malifa, an der Rinde kultivierter Kokospalmen, fruchtend (Rechinger, Nr. 5005).

Durch die Reaktionen der Markschichte nähert sich die Art der *Parmelia sublimbata* Nyl., unterscheidet sich jedoch von dieser durch die imbricaten Lagerlappen, größere Apothecien und kleinere Sporen. Die echte *Parmelia relicina* E. Fr., welche Wainio[1] näher beschreibt, besitzt eine andere Kalilaugereaktion der Markschichte und dauernd rhizinös bekleidete Apothecien; die brasilianische *Parmelia abstrusa* Wainio ist durch das isidiöse Lager, durch die Kalilaugereaktion der Medulla, durch das violettbräunliche Epitheeium und durch kleinere Sporen verschieden.

109. Parmelia relicina E. Fr.

Syst. Orb. Vegetab. (1825), p. 284; Nylander, Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 386, et in Flora, Bd. LII (1869), p. 290 et 292; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 65.

Upolu. Auf Kokospalmen in der Vailele-Pflanzung, fruchtend (Reinecke, Nr. 22 pro parte).

Usneaceae.

LII. Ramalina Ach.

Conspectus specierum.

A. Thalus inflatus fistulosusque . . . . *Ramalina geniculata* Nyl.

B. Thallus compressus:

a) thallus sorediis marginalibus obsitus . . . . *Ramalina farinacea* (L).,

b) thallus esorediosus . . . . *Ramalina indica* E. Fr.

[1] Etude Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 65.

110. Ramalina geniculata Nyl.

Recogn. Ramalin. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. IV (1870), p. 65; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 97, et in Flora, Bd. LIX (1876), p. 61; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 15.

Upolu. Auf Baumrinden (Gräffe).

111. Ramalina farinacea Ach.

Lichgr. Univ. (1810). p. 606, Nylander, Recogn. Ramalin. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. IV (1870), p. 34 Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292.

Lichen farinaceus L. Spec. Plant. (1753), p. 1146.

Auf Baumstämmen (Reinecke, Nr. 14*a*, 30*a*, 35).

Upolu. An Palmen auf dem Apiaberg, steril (Rechinger, Nr. 3091), an Bäumen bei Leolomuenga, steril (Rechinger, Nr. 2667), und an Bäumen bei Mulifanua, steril (Rechinger, Nr. 2761).

112. Ramalina indica E. Fr.

In Vet. Acad. Handl. (1820), p. 43; Müller-Arg. in Flora, Bd. LXX (1887), p. 58.

Ramalina subfraxinea Nyl., Recogn. Ramalin. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. IV (1870), p. 41; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 97.

Upolu. An Bäumen auf den Bergen (Gräffe, Nr. 58, 60, 117).

113. Ramalina scopulorum Ach.

Lichgr. Univ. (1810), p. 604; Tuckerman, ap. Wilkes, U. S. Explor. Expedit., Vol. XVII (1861), p. 129; Nylander Recogn. Ramalin. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser 2*a*, Vol. IV (1870), p. 58; Stizenberger in Jahresschr. Naturforsch. Gesellsch. Graubündens, N. F., Bd. XXXIV (1891), p. 105; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. du Museum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 77.

Lichen scopulorum Retz, Observ. Bot., IV (1786), p. 30.

Ohne nähere Standortsangabe (U. S. Explor. Expedit.).

LIII. Usnea Ach.

Conspectus specierum.

A. Medulla KHO —; thallus articulatus . . . . *Usnea articulata* (L.).
B. Medulla KHO flavens; thallus passim ruptus . . . . *Usnea dasypogoides* Nyl.
C. Medulla KHO e flavo rubens, caules thalli omnino laeves . . . . *Usnea trichodea* Ach.

114. Usnea articulata Hoffm.

Deutschl. Flora, Bd. II (1796), p. 133; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 43.

Lichen articulatus L., Spec. Plant. (1753) p. 1156.

An Bäumen (Reinecke, Nr. 11 pro parte.).

115. Usnea dasypogoides Nyl.

Apud. Crombie in Journ. of Botany, New. Ser., Vol. XIV (1876), p. 263, et in Journ. Linn. Soc. London, Bot., Vol. XV (1876), p. 433; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292.

Usnea dasypoga f. *dasypogoides* Hue, Lich. extra europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 47.

Usnea straminea Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXII (1879), p. 162.

Usnea Schadenbergiana Goepp. et Stein im LX. Jahresber. d. Schlesischen Gesellsch. für vaterländ. Kultur (1883), p. 228.

Auf Bäumen (Reinecke, Nr. 11 pro. parte.).

116. Usnea trichodea Ach.

Method. Lich. (1803), p. 312, Taf. VII, Fig. 1; Nylander, Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bullet. Soc. Linn. Normandie, Ser 2*a*, Vol. II (1868), p. 51; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 97; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Museum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 49.

Upolu. An Bäumen, steril (Gräffe, Nr. 115).

Buelliaceae.

LIV. Buellia D. Notes.

Conspectus specierum.

A. Medulla thalli materiam coccineam copiosam continens *Buellia sanguinariella* var. *samoënsis* A. Zahlbr.

B. Medulla thalli materiam coccineam non continens:

- *a)* species saxicola, apothecia minuta, immersa . . . . *Buellia stellulata* (Tayl.),
- *b)* species corticolae; apothecia sessilia:
  - α) sporae 3 septatae . . . . *Buellia Lauri-Cassiae* (Fée),
  - β) sporae uniseptatae
    - I. apothecia convexa, nitida, margine demum depressa . . . . . *Buellia Rechingeri* A. Zahlbr.,
    - II. apothecia plana, margine tenui parum prominula cincta . . . . . . *Buellia modesta* (Krph.).

117. Buellia modesta Müll.-Arg.

In Flora, Bd. LXIV (1881), p. 524 et in Revue Mycolog., Vol. IX (1887), p. 85.

Lecidea modesta Krph. in Vidensk. Meddel. naturhist. Fören., Kjöbenhavn (1873), p. 387.

Lecidea parasema var. *americana* Fée, Essai Plant. Cryptog. Écorc. Offic. Suppl (1837), p. 101, Taf. XLII, Fig 1 pro parte.

Lecidea disciformis Nyl., Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 90, non E. Fries.

Lecidea subdisciformis Nyl., in Flora, Bd. LXIX (1886), p. 325, non Leight.

Buellia subdisciformis Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 167.

Upolu. Auf den Zweigen von *Riziphora mucronata* in den Mangrove-Sümpfen bei Mulinuu (Rechinger, Nr. 5149).

118. Buellia Rechingeri A. Zahlbr. n. sp.

Thallus epiphloeodes, tenuissimus, 0·14—0·17 *mm* crassus, effusus, continuus, sublaevigatus vel granuloso-inaequalis, lacteus vel subisabellino-lacteus, nitidulus, verniceus, KHO e flavo mox sanguineus, ecorticatus, sed tamen strato angusto decolore et fere amorpho tectus; medulla alba, ex hyphis formata

dense intricatis; gonidiis pleurococcoideis, glomeratis, glomerulis dispersis vel plus minus confluentibus cellulis globosis, 5—8 μ latis, laeti viridibus. Apothecia dispersa, minuta, 0·3—0·5 *mm* lata, nigra, nitida, sessilia vel elevato- sessilia, primum plana, mox convexa; margine proprio tenuissime, integro, primum parum prominulo et acutiusculo, mox depresso; excipulo fuligineo cum hypothecio crasso fuligineo confluente; hymenio lutescenti-fuscescente, guttulis oleosis minutis numerosisque impleto, in parte suprema nigricante, NO_5 —, 50—60 μ alto, J coeruleo; paraphysibus tenuibus, circa 1·5 μ crassis, simplicibus, eseptatis, apicibus subclavatis; ascis oblongo-clavatis, hymenio subaequilongis, membrana apice haud incrassata cinctis, 8 sporis; sporis in ascis subbiserialiter dispositis, oblongo ellipsoideis vel oblongo-ovoideis, apicibus rotundatis, fuscis, uniseptatis, ad septis non constrictis, membrana et septo tenui, 10—16 μ longis et 3·5— 5 μ latis. Pycnoconidia non visa.

Sawai. Aus Kokosbäumen zwischen Assau und Sataua (Rechinger, Nr. 2644, 2841, 2917).

Die neue Art gehört in den Formenkreis der *Buellia modesta* (Krph.) Müll.-Arg. und ist äußerlich an dem weißen wie lackiert aussehenden Lager und an konvexen, glänzenden Apothecien leicht kenntlich.

Die mit Kalilauge die Rotfärbung hervorrufende Flechtensäure scheidet sich bei Behandlung mit diesem Reagens in zahlreichen rötlichgelben, 11 bis 14 μ langen Nädelchen aus. Der Sitz der Säuere ist die Markschicht.

* 119. **Buellia Lauri-Cassiae** Müll.-Arg.

In Revue Mycolog., Vol IX (1887), p. 85, et in Hedwigia, Bd. XXX (1891), p. 183.

Lecidea Lauri-Cassiae Fée, Essai Crypt. Écorc. Offic. Suppl. (1837), p. 101.

Lecidea triphragmia Nyl., Prodr. Lichgr. Galliae in Actes Soc. Linn. Bordeaux, Vol. XXI (1856), p. 387 notula, et Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bullet. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 91.

Buellia parasema var. *triphragmia* Th. Fr., Lich. Arctoi (1860), p. 227, et Lichgr. Scand., Vol. I (1874), p. 590.

Upolu. Auf den Zweigen kultivierter *Eugenia Michelii* bei Motootua (Rechinger, Nr. 5157).

120. **Buellia sanguinariella** Wainio.

Etud. Lich. Brésil. Vol. I (1890), p. 168.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. exsicc. Nr. 59.

Var. **samoënsis** A. Zahlbr. n. var.

Thallo stramineo-pallescente, subnitido, apotheciis demum leviter convexis et margine proprio dein minus conspicuo a planta typica differt.

Sawaii. Auf Kokosstämmen zwischen Assau und Sataua (Rechinger, Nr. 2918, 2930).

* 121. **Buellia stellulata** Mudd.

Manual Brit. Lich. (1861), p. 216; Th. Fries, Lichgr. Scand., Vol. I (1874), p. 603; Olivier, Expos. syst. Lich. Ouest France vol. II (1901), p. 152.

Lecidea stellulata Tayl. in Mack., Flora Hibern., Vol. II (1836), p. 118; Nylander, Synops. Lich. Nov. Caledon. in Bull. Soc. Linn. Normandie, Ser. 2*a*, Vol. II (1868), p. 92.

Sawaii. Auf Lavablöcken am Strande bei Sataua (Rechinger, Nr. 2777).

Physciaceae.

LV. Physcia (Schreb.) Nyl.

Conspectus specierum.

A. Hypothecium pallidum, thallus KHO $\frac{+}{+}$:

a) thallus in margine vel in centro sorediosus:

α) thallus in margine et simul in centro sorediosus *Physcia crispa* var. *scopulorum* A. Zahlbr.,

β) thallus solum in centro sorediosus, marginibus nudis *Physcia integrata* var. *sorediata* Wainio;

b) thallus esorediosus . . . . *Physcia integrata* var. *obsessa* (Mont.).

B. Hypothecium fusconigrum; thallus KHO ±:

a) thallus esorediosus, in centro granulosus . . . . *Physcia picta* var *aegiliata* (Ach.).

b) thallus sorediosus . . . . *Physcia picta* (Sw.),

c) thallus isidiosus . . . . *Physcia picta* f. *isidiophora* Müll.-Arg.

Sect. **Euphyscia** Th. Fr.

122. Physcia crispa Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 423 (pro parte), et in Flora, Bd. LII (1869), p. 322; Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft 4 (1874), p. 100; Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 143; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1900), p. 57.

Parmelia crispa Pers. in Gaudichaud, Voyage d' Uranie (1826), p. 196.

Upolu. Auf Rinden (Gräffe, Nr. 5*a*).

Var. **scopulorum** A. Zahlbr. n. var.

Thallus margine et simul in centro sorediosus, sorediis centralibus rotundatis et planis, subtus obscuratus; apothecia disco nigro, opaco, margine primum subnudo, demum sorediosos-pulverulato.

Sawaii. Auf Lavablöcken am Strande bei Sataua (Rechinger, Nr. 5089, 5091).

* 123. Physcia integrata Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 424 (pro subspecie); Wainio, Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 141; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1900), p. 63.

Var. **obsessa** Wainio.

Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 141; Hue, l. s. c., p. 63.

Physcia obsessa Mont., Sylloge Gener. Spec. Cryptog. (1846), p. 238; Nylander, Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 426 (pro subspecie).

Sawaii. Auf Lavablöcken am Strande bei Sataua, fruchtend (Rechinger, Nr. 5085, 5087, 5088).

Var. **sorediosa** Wainio.

Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 142; Hue, l. s. c., p. 63, Taf. IV, Fig. 3.

Sawaii. Auf Lavablöcken bei Sataua, fruchtend (Rechinger, Nr. 5086).

Sect. **Dirinaria** (Tuck.) Wainio.

124. Physcia picta Nyl.

Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 430 (pro parte); Krempelhuber in Journ. Museum Godeffroy, Bd. I, Heft. 4 (1874), p. 101; Wainio, Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 151; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1890), p. 79.

Lichen pictus Sw., Prodr. Flor. Ind. Occid. (1788), p. 146.

Physcia picta var. *sorediata* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXII (1879), p. 292, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1879), p. 295.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 24*a*, 59, 652).

Upolu. Auf Baumrinden, besonders an Kokospalmen (Gräffe, Nr. 5), auf Kokospalmen bei Malifa, fruchtend (Rechinger, Nr. 2814, 3157, 5003).

Sawaii. Auf Kokospalmen bei Sataua, fruchtend (Rechinger, Nr. 2893).

Tutuila. Auf Kokospalmen bei Pago-Pago, steril (Rechinger, Nr. 3134).

* Var. **aegiliata** Hue.

Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1900), p. 80.

Parmelia aegiliata Ach., Method. Lich. (1803), p. 192.

Physcia aegiliata Nyl. in Ann. scienc. natur. Bot., Ser. 4*a*, Vol. XV (1861), p. 43 notula, et in Flora, Bd. LII (1869), p. 322; Wainio, Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 151.

Sawaii. Auf Lavablöcken am Strande bei Sataua (Rechinger, Nr. 5090).

F. **isidiophora** Nyl.

In Flora, Bd. L (1867), p. 3; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 296; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. II (1900), p. 80.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 22 pro parte, 24, 27, 27*a*).

LVI. Anaptychia Körb.

Conspectus specierum.

A. Thallus subtus decorticatus . . . . *Anaptychia hypoleuca* var. *angustiloba* (Müll.-Arg.).
B. Thallus utrinque corticatus . . . . *Anaptychia speciosa* var. *tremulans* (Müll.-Arg.).

* 125. Anaptychia hypoleuca Wainio.

Etud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 133.

Parmelia hypoleuca Mühlbg., Cat. Americ. Sept. (1813), p. 105.

Pseudophyscia hypoleuca Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 111.

* Var. **angustiloba** A. Zahlbr.

Physcia hypoleuca var. *angustiloba* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXVI (1883), p. 78.

Upolu. Auf der Rinde hoher Waldbäume auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., steril (Rechinger, Nr. 2898, 3072, 3073).

126. Anaptychia speciosa Wainio.

Étud. Lich. Brésil., Vol. I (1890), p. 135.

Lichen speciosus Wulf apud Jacquin, Collect. Bot., Vol. III (1789), p. 119.

Pseudophyscia speciosa Müll.-Arg. in Bull. Herb. Boissier, Vol. II (1894), Appendix 1, p. 40; Hue, Lich. extra-europ. in Nouv. Archiv. Muséum, Ser. 4*a*, Vol. I (1899), p. 114.

Var. **tremulans** A. Zahlbr.

Physcia speciosa var. *tremulans* Müll.-Arg. in Flora, Bd. LXIII (1880), p. 277.

Pseudophyscia speciosa var. *tremulans* Müll.-Arg. in Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, Vol. XXXII (1893), p. 130, et in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 295.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 76).

Hymenolichenes.

LVII. Riphidonema.

Conspectus specierum.

A. Thallus superne linguiformiter extensus . . . . *Riphidonema ligulatum* (Krph.).

B. Thalus rotundatus, subdisciformis . . . . *Riphidonema sericeum* (Sw.).

127. Riphidonema ligulatum Mattir.

In Nuovo Giorn. Bot. Italian., Vol. XIII (1881), p. 259.

Cora ligulata Krph. in Nuovo Giorn. Bot. Italian., Vol. VII (1875), p. 15, Taf. II.

Dichonema ligulatum Müll.-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 298.

Auf Rinden (Reinecke, Nr. 4).

128. Riphidonema sericeum A. Zahlbr.

Thelephora sericea Sw., Flor. Ind. Occid. Vol. III, (1806), p. 1928.

Dichonema sericeum Mont. apud Bélang., Voyag. Ind. Orient. (1896), p. 155, Taf. XIV, Fig. 1; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1997), p. 297.

Dictyonema sericeum Hariot in Bull. Soc. Mycolog. France, Vol. VII (1891), p. 32 et 41; Wainio in Journ. of Botany, New Ser., Vol. XXXIV (1896), p. 297.

Exsicc.: A. Zahlbruckner, Lich. rarior. Nr. 99.

Auf Rinden und über Moosen (Reinecke, Nr. 56, 56*a*).

Upolu. Auf hohen Bäumen im Urwalde bei Utumapu (Rechinger, Nr. 3223, 3253) und auf dem Gipfel des Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M. (Rechinger, Nr. 2849).

Lichenes imperfecti.

129. Leprocaulon Arbuscula Nyl.

Lich. Insul. Guineens. (1889), p. 8.

Stereocaulon Arbuscula Nyl., Synops. Lich., Vol. I (1860), p. 253; Müller-Arg. in Engler, Bot. Jahrb., Bd. XXIII (1897), p. 292.

Auf bemoosten, faulenden Baumstämmen (Reinecke, Nr. 58).

Register.

Seite

Tafelerklärung (Taf. II).

Fig. 1. *Sticta Reineckeana* Müll.-Arg. (Habitusbild, 1/1).
Fig. 2. *Sticta demutabilis* f. *laevis* Krph. (Habitusbild, 1/1).
Fig. 3. *Sticta pedunculata* Krph. (Habitusbild, 1/1).
Fig. 4. *Sticta samoana* Müll.-Arg. (Habitusbild, 1/1).
Fig. 5. *Sticta semilanata* (Müll.-Arg.) A. Zahlbr. (Habitusbild, 1/1).
Fig. 6. *Parmelia samoensis* A. Zahlbr. (Habitusbild, 1/1).

V. HEPATICAE.

Bearbeitet von F. Stephani (Leipzig).

Fam. Ricciaceae.

Riccia Mich.

* **Riccia Rechingeri** Steph. n. sp.

Dioica. Frons ad 1 *cm* longa pallide virens bifurcata, furcis late divergentibus linearibus medio acute sulcatis, alis convexis margine obtusis, in sectione transverse triplo latior quam crassa. Costa humillima plana, stratum anticum ample cavernosum cavernis sub 10 in diametro. Sporae 72—90 μ brunneae, late alatae, alis integerrimis, in facie convexa regulariter reticulatim lamellatae, reticulis sub 10 in diametro angulis breviter vallideque papillatis, in faciebus planis dense furcatim lamellatae. Proxima *Ricciae lineari* Schiffn.

Insel Upolu. Am Ufer des gegenwärtig ausgetrockneten Kratersees Lanuanea, August, zirka 700 *m* ü. d. M. Nr. 2958 und 2967.

Fam. Marchantiaceae.

Marchantia March. fil.

**Marchantia Vitiensis* Steph., Spec. Hepat., Vol. I (1900), p. 182.

Insel Savaii. An Erdabhängen einer tiefen Flußschlucht bei Patamea, im Schatten. Juli. Nr. 3085, 2872, 3099.

Dumortiera Nees.

**Dumortiera velutina* Schiffn. in Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, 67. Jahrg. (1898), p. 156; Stephani in Spec. Hepat., I, p. 151.

Insel Upolu. Im Urwalde ober Utumapu, zirka 300 *m* ü. d. M. Die feuchten beschatteten Felswände um ein natürliches Quellenbecken herum mit dichten Rasen bekleidend. Juni. Nr. 5220.

Exsicc.: Cryptog. exsicc. ed. a Museo Palatino Vindob. Nr. 1391.

Dumortiera sp.

Insel Savaii. Erdabhänge am Ufer eines gegenwärtig ausgetrockneten Flusses bei Patamea überziehend. Juli. Nr. 2946.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu an feuchten beschatteten Felswänden mit *Aneura Reineckeana* Steph. Juni. Nr. 3095.

Insel Upolu. Utumapu, auf Erdabhängen am Wasserfall. Nr. 3231.

Fam. **Jungermanniaceae anakrogynae.**

Aneura Dum.

* *Aneura fuscescens* Steph., Hedwigia (1893), p. 21.

Insel Upolu. Auf Bäumen im Urwald von Tiavi. Mai. Nr. 2616. — Auf vermodernden Kokosnüssen mit *Hygrolejeunea* sp. Juli. Nr. 3147.

Berg Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., auf Steinen. Juli. Nr. 3371.

* *Aneura pectinata* Austin. Torrey. bot. Club, Vol. V (1874), p. 15.

Insel Upolu. Urwald von Tiavi, zirka 300 *m* ü. d. M., an Baumstämmen. Mai. Nr. 2615.

* **Aneura Reineckeana** Steph. manuscr. n. sp.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu an modernden Farnstämmen. Juni. Nr. 3234, 3260, 3264. — Urwald ober Utumapu, an feuchten beschatteten Felswänden mit *Dumortiera* sp. Juni. Nr. 3095. — Berg Lanutoo, an Baumstämmen. Juli. Nr. 3365.

Symphogyna M. et N.

* *Symphogyna exincrassata* Steph. Spec. Hepat., Vol. I, p. 342.

Insel Savaii. Urwald auf dem Berge Maungaafi bei zirka 1000 *m* ü. d. M. auf modernden Baumstämmen. Juli. Nr. 2877.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, an Farnstämmen. Juli. Nr. 2882.

* *Symphogyna Baldwini* (Austin) Steph., Spec. Hepat., Vol. I, p. 341.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 5213.

Calycularia.

* *Calycularia radiculosa* Steph., Hedwigia (1893), p. 146.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf morschen Baumstämmen. Nr. 3035, 3041. — Ebendort mit *Mastigobryum Taylori* Mitt.

Urwald bei Tiavi, über Laubmoosen. Mai. Nr. 2889.

Cuspidatula.

* *Cuspidatula contracta* (Nees) Steph., Spec. Hepat., Vol. II, p. 124.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf den Wipfeln hoher Bäume. Nr. 3029, 3052, 3014 etc. Ebendort mit *Chandonanthus hirtellus* (Web.). — Urwald von Tiavi, 300 *m* ü. d. M. Nr. 2890.

Plagiochila Dum.

* *Plagiochila opposita* (Nees) Dum. Rec. d'obs., p. 15.

Insel Upolu. Auf Baumstämmen, Berg Lanutoo. Nr. 2878, 3036, 3050, 3348.

* *Plagiochila Belangeriana* Lindbg., Spec. Hepat. (1844), p. 109.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3326, 5222.

* *Plagiochila deflexa* Mont. et G., in Ann. Sc. nat. (1856), p. 192.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, 700 *m* ü. d. M. Nr. 2983, 3316.

* **Plagiochila linearis** Steph. manuscr. n. sp.

Insel Savaii. Am Rande eines gegenwärtig ausgetrockneten Flusses bei Patamea an beschatteten Erdbrüchen. Juli. Nr. 3097.

* **Plagiochila Rechingeri** Steph. n. sp.

Dioica major pallide virens corticola. Caulis ad 10 *cm* longus simplex attenuatus sub flore innovatione simplici continuatus, pallidus basin versus fuscus vel subniger. Folia caulina conferta, oblique patula, angulo 45° subplano-disticha oblongo-ligulata, 0·53 *mm* lata, apice parum angustiora truncato-rotundata tertio supero valide dentato, dentibus apicalibus ad 6, omnibus triangulatis acutis pungentibus, basi postica revoluta, auriculam inflatam obvelante. Cellulae superae 18 μ trigonis nullis, basales 18 × 36 μ trigonis parvis acutis. Amphigastria nulla vel rudimentaria. Perianthia magna anguste obcuneata in plano leviter curvata ore truncato-rotundato dense regulariterque dentato-ciliato. Folia floralia 5·65 *mm* longa, oblonga parum falcata, basi postica lobulo integerrimo angusto longe accreto instructa basi 1·6 *mm*, medio 2·8 *mm*, apice 1 *mm* lata, circum circa dentato-ciliata, dentibus irregularibus validis vel angustis, versus apicem magis robustis, in margine antico gracilibus. Capsula in pedicello brevissimo ovalis. Sporae 27—30 μ rufae minute papillatae. Elateres 300 μ attenuati, spiris 2 teretibus, laxe tortis. Androecia ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., auf dünnen Zweigen. Nr. 2992.

Chiloscyphus Cda.

Chiloscyphus argutus (Nees) Steph., Syn. Hepat., p. 183.

Insel Savaii. Zwischen Aopo und Assau Nr. 3067. — An Erdabhängen eines ausgetrockneten Flusses bei Patamea. Juli. Nr. 2879.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3325, 2998. — Im Urwald ober Utumapu an faulenden Baumstämmen. Nr. 3251. Ebendort an Farnstämmen. Nr. 3222.

* *Chiloscyphus porrigens* Schiffn. in Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien (1900), p. 203.

Insel Upolu. Auf Bäumen, auch über Laubmoosen, Berg Lanutoo. Nr. 3377, 3007, 3352, 3357, 2997. Letztere mit *Trichocolea tomentella.*

Saccogyna Dum.

Saccogyna jugata Mitt., Flora Vitiens., p. 407.

Insel Upolu. Im Urwald von Tiavi, 500 *m* ü. d. M. Nr. 2635.

Bazzania Gray.

* **Bazzania acinaciformis** Steph. n. sp.

Mediocris rufo-brunnea apicibus dilatioribus flaccida corticola. Caulis ad 5 *cm* longus parum ramosus tenuis fuscus debilis flagellis numerosis brevibus capillaceis fuscis. Folia caulina 1·5 *mm*

longa imbricata recte patula plano-disticha antice cauli parum incumbentia breviter inserta optime linearia quadruplo longiora quam lata valde falcata integerrima sub apice tantum minute dentata apice late truncato trispinoso spinis validis saepe divergentibus sinubus spinisque denticulatis. Cellulae superae 18 μ basales 27 × 45 μ trigonis nodulosis basi validioribus. Amphigastria caulina transverse inserta caule latiora foliis utrinque sat late coalita apice arcte recurva varie repanda ceterum integra.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Juli. Nr. 2739, 2991, 3012, 3046, 3273. 3271.

* *Bazzania australis* Gottsch. et Lindbg., Synops. Hepat. (1844), p. 228.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3034.

Bazzania densa (Sande-Lac.), Synops. Hepat. Jav. (1856), p. 82.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, an Baum- und Farnstämmen, auch auf Felsen. Nr. 3318, 2970, 3013, 3048, 3269, 3281, 3308, 3343.

* *Bazzania erosa* Nees in Gottschee-Lindbg., Synops. Hepat. (1844), p. 229.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 2975.

Bazzania intermedia (Gottsch. et Lindbg.), Spec. Hepat. (1846), p. 82.

Insel Upolu. Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3298.

* *Bazzania ligulata* Steph., Hedwigia (1886).

Insel Upolu. Utumapu, zirka 300 *m* ü. d. M. Nr. 3252.

* **Bazzania Rechingeri** Steph. n. sp.

Magna robusta flavicans corticola. Caulis ad 7 *cm* longus virens crassus regulariter paucifurcatus flagellis numerosis longiusculis validis. Folia caulina conferta 1·33 *mm* longa recte patula plano-disticha, e lata basi abrupte angustata, media supero lineari, basi 0·8 *mm* apice 0·3 *mm* lata, normaliter recte truncata trilobata, lobis triangulatis porrectis acutis pungentibus integris vel paucidenticulatis sinubus rectis obtusis. Cellulae superae 36 μ trigonis magnis subnodulosis, basales 27 × 63 μ trigonis maximis attenuatis saepe grosse confluentibus. Amphigastria caulina magna imbricata interdum recurva foliis utrinque breviter coalita subquadrata apice late truncato-rotundato repando; cellulae marginales triseriatae tenerae limbum distinctum formantes.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M., auf abgestorbenen Farnwedeln. Nr. 2776. — Ebendort zwischen baumbewohnenden Flechten. Nr. 3314.

Bazzania Taylori (Mitt.), Flor. Nov. Zeel., II, p. 147.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf morschen Bäumen. Nr. 2986, 3339, 3324, 3319. Nr. 3018 mit *Calycularia radiculosa* Steph.

Chandonanthus Mitt.

Chandonanthus hirtellus (Web.) Mitt., Handb. N. Seel. Fl., 1867.

Insel Savaii. An Bäumen, auf dem Vulkan Maungaafi, zirka 1300 *m* ü. d. M. Nr. 2820, 3385.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen zusammen mit *Cuspidatula contracta*. Nr. 3364.

Mastigophora Endl.

Mastigophora diclados (Brid.) Endl., Gen. plant., Suppl. I, p. 1342.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, in den Baumwipfeln. Nr. 3288, 3289, 3353.

Trichocolea Dum.

* *Trichocolea tomentella* Nees, Hepat. Europ., III, p. 105, et IV, p. LVIII.

Insel Upolu. Urwald von Tiavi, an Bäumen, zirka 400 *m* ü. d. M. Nr. 5221. — Berg Lanutoo, auf Felsen. Nr. 2993, 3372, 2997, 3351, 3317, 3294. — Im Urwald ober Utumapu, an faulenden Stämmen. Nr. 3205.

Insel Savaii. In einem ausgetrockneten Flußbett bei Patamea. Nr. 2960.

Schistocheila Dum.

Schistocheila aligera (Nees), Hepat. Javan., p. 67.

Insel Upolu. Urwald ober Utumapu. Nr. 3209. — Berg Lanutoo, an Baumstämmen. Nr. 3304, 3107, 2988. Nr. 3272 mit *Thyssananthus spathulistipes* Lindbg.

* **Schistocheila Lauterbachii** Steph. manuscr. n. sp.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3283.

Radula Dum.

Radula apiculata Sande, Hedwigia (1884), p. 17.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu. Nr. 3178.

Radula cordata Mitt. Flor. Vitiens., p. 410.

Insel Savaii. Krater Maungaafi, bei zirka 1400 *m* ü. d. M. Nr. 2928.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, mit *Radula reflexa* Mont. Nr. 3055.

Radula javanica Gotsch., Synops. Hepat. (1844), p. 257, Nr. 10.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3360. — Im Urwald ober Utumapu, zirka 400 *m* ü. d. M. Nr. 3255.

Insel Savaii. Krater Maungaafi, 1300 bis 1400 *m* ü. d. M. Im Regenwald auf den Samoa-Inseln wohl das häufigste Lebermoos.

* *Radula multiflora* G., Exped. der »Gazelle«, IV, p. 20.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 2772, 3359, 3302.

Radula reflexa Mont. in Ann. Sc. nat. (1843), p. 255.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Baumrinde mit *Radula cordata*. Nr. 2763, 3055.

Radula retroflexa Tayl., Journ. of Botany (1846), p. 378, Nr. 9.

Insel Upolu. Urwald ober Utumapu, an Farnstämmen. Nr. 3177.

Madotheca Dum.

Madotheca viridissima Mitt., Flor. Vitiens., p. 411.

Insel Upolu. Berg Lanutoo; im Leben smaragdgrün, von den Zweigen der Bäume in dichten Schleiern niederwallend. Nr. 3345, 3321, 3311, 3293, 3336.

Pleurozia Dum.

* *Pleurozia gigantea* (Web.) Lindbg., manuscr.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, 1400 *m* ü. d. M., auf morschen Baumstämmen. Nr. 2909.

Eulejeunea Spruce.

* **Eulejeunea subigiensis** Steph. manuscr. n. sp.

Insel Upolu. Malifa, auf Baumrinde. Nr. 2617.

Insel Savaii. Am Meeresstrand bei Malo, auf Lavageröll. Nr. 5133.

* **Eulejeunea Nietneri** Steph. manuscr. n. sp.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3303, 2999, 3376, 3334. In dichten Rasen kleine Zweige umhüllend. — Urwald von Tiavi, auf Laubblättern von Bäumen. Nr. 2690.

* *Eulejeunea flava* (Swartz), Synops. Hepat. (1844), p. 373.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen.

Eulejeunea sp.

Steril, etioliert.

Insel Upolu. Apiaberg, auf Lavablöcken. Nr. 5132.

Cheilolejeunea Spruce.

* *Cheilolejeunea Hawaica* Steph., Hepat. Sandwicenses in Bull. de l'herb. Boissier, Vol. V (1897), p. 847.

Insel Upolu. In der Mangroveformation bei Mulinuu, auf den Zweigen von *Rhizophora mucronata* Lam. mit *Microlejeunea Samoana* Steph. Nr. 2717 partim.

Wächst nur nahe dem Wurzelhalse junger Bäumchen und ist oft von dem stark salzhaltigen Erdboden wenig entfernt.

Cheilolejeunea sp.

Planta sterilis.

Insel Upolu. Malifa, an Bäumen. Nr. 3122.

Microlejeunea Spruce.

* **Microlejeunea Samoana** Steph. n. sp.

Dioica, exigua corticola, subhyalina. Caulis vage pluriramosus tenuissimus. Folia caulina contigua erecta, cauli parallela atque appressa, oblonga (duplo angustiora quam longa) apice late rotundata optime regulariterque crenulata. Cellulae superae 18 μ, basales $18 \times 27\,\mu$ parietibus validis trigonis

subnullis. Lobulus folii magnus (folio vix duplo minor) ovatus saccatus ore leniter exciso unidentato. Amphigastria caulina maiuscula transverse inserta ad $^3/_4$ bifida, laciniis late divergentibus lanceolatis curvatis sinu itaque lunato. Androecia pro planta magna, in ramis terminalia longe spicata, bracteis ad 10 jugis contiguis distichis cucullatis crenulatis.

Insel Upolu. Auf den Zweigen kleiner Exemplare von *Rhizophora mucronata* Lam., nahe dem Erdboden, in der Mangroveformation bei Mulinuu. Nr. 2717 partim.

Pycnolejeunea Spruce.

* *Pycnolejeunea trapezia* Nees, Synops. Hepat. (1844), p. 357.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 2999, 3307.

Hygrolejeunea Spruce.

Hygrolejeunea devexiloba Steph., manuscr. Hedwigia. 1896 publicanda.

Insel Savaii. Bei Patamea. Nr. 3090.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 2996.

* *Hygrolejeunea microloba* Tayl., Nov. Hepat. in London Journal of Bot. (1846), p. 399, Nr. 28.

Insel Upolu. Im Talgrund bei Motootua, auf Baumrinde. Mai. Nr. 2833.

* **Hygrolejeunea Rechingeri** Steph. n. sp.

Monoica minor pallide subhyalina tenera in fronde filicum nidulans. Caulis ad 1 *cm* longus multiramosus. Folia caulina contigua subrecte patula ovata asymmetrica, margine postico stricto, antico curvato apice late obtusato. Cellulae marginales 18 μ, mediae 18 × 27 μ basales 18 × 36 μ trigonis nullis. Lobulus cauli aequilatus (carina stricta in folii marginem sine ullo sinu abeunte) parum inflatus subtriangulatus i. e. basi quam apice 3plo latiore, ore exciso unidentato. Amphigastria caulina parva appressa remota caule vix 2plo latiora profunde sinuatim inserta subcircularia ad medium biloba, lobis triangulatis apiculatis sinu recto acuto discretis. Perianthia in ramulo brevissimo terminalia magna, uno latere innovata, oblongo-obconica, antice subplana postice bicarinata, superne abrupte alata, alis 4 compressis ambitu ovatis recte patulis, longioribus quam latis obtusis vel rotundatis; rostro longiusculo. Folia floralia 2 libera parva subappressa ovata acuta lobulo lanceolato parum breviore longeque soluto; amphigastrium florale foliis suis aequimagnum simillimum ad $^1/_2$ inciso-bifidum, lobis lanceolatis acuminatis. Androecia in innovatione subflorali terminalia minuta bracteis 1—4 jugis.

Insel Upolu. Im Urwalde ober Utumapu auf den Wedeln eines epiphytischen Farnes *(Trichomanes)* Nr. 3219.

* *Hygrolejeunea sordida* Nees, Synops. Hepat. (1844), p. 367.

Insel Upolu. Im Urwalde auf dem Gipfel des Apiaberges (Vaiaberg), zirka 300 *m* ü. d. M. Juli. Nr. 3164. — Im Urwalde bei Tiavi. Nr. 2874.

Ceratolejeunea Spruce.

* *Ceratolejeunea renistipula* Steph. manuscr.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, mit *Tysananthus spathulistipes*. Nr. 3306.

Ceratolejeunea sp.?

Insel Upolu: Im Urwalde von Tiavi. Nr. 2631. Auf dem Berge Lanutoo. Nr. 3006.

Drepanolejeunea Spruce.

*Drepanolejeunea Samoana **Steph. n. sp.

Dioica pusilla flavicans in cortice arcte repens. Caulis ad 1 *cm* longus vage pluriramosus capillaceus. Folia remotiuscula erecta i. e. cauli parallela medio supero lanceolato longe attenuato acuminato maximeque decurvo, in plano optime falcata, margine antico inferne bi—trispinuloso superne regulariter 6—7 denticulato, margine postico nudo. Lobulus inflatus, carina semicirculari cellulis conico prominulis armata ceterum inflatus ovatus ore magno dente armato. Cellulae folii 18×27 μ trigonis nullis. Amphigastria caulina caule duplo latiora ad basin fere bifida, laciniis tres cellulas longis divergentibus, limbus basalis paucis cellulis biseriatis formatus. Folia floralia oblonga profunde bifida ubique dentibus longiusculis validis obtusis armata, amphigastrio simillimo alte coalita, antice breviter connata involucrum cupulatum profunde sexlobatum formantia. Reliqua desunt.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Baumrinde. Nr. 2999. — Auf Baumrinde im Urwalde bei Tiavi. Mai Nr. 3187. — In der Mangroveformation bei Mulinuu auf dünnen Zweigen von *Rhizophora mucronata* Lam Juni. Nr. 2719.

Acrolejeunea Spruce.

**Acrolejeunea cucullata* Gottsch., Synops. Hepat. (1844), p. 389. — Gotschee, Icon. Lejeun., II, 24, Fig. 1 bis 3.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu. Nr. 3204, 3213, 3217. — Motootua, an Stämmen von *Mangifera indica* L. Mai. Nr. 3108.

**Acrolejeunea fertilis* Spruce, Hepat. Amer. et And., p. 116.

Insel Savaii. Auf Bäumen im Urwalde von Vaipouli zum neuen Krater. August. Nr. 3719.

**Acrolejeunea Novae Guineae* Steph., Hedwigia, Bd. 28 (1889), p. 165.

Insel Upolu. Auf der Rinde von kultiviertem *Manihot Glaziovii* Müll.-Arg. in Utumapu. Nr. 3245, 3215, 3191, 3197. — Ebendort mit *Acrolejeunea cucullata* Gottsch. Nr. 3200. — Motootua, an Baumstämmen mit *Frullania angustistipa* Steph. Nr. 2729. — Malifa, auf der Rinde von *Hibiscus tiliaceus* L.

Lopholejeunea Spruce.

Lopholejeunea eulopha (Tayl.) Spruce, Trans. Bot. Soc. Edinb. (1884), p. 303.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, an Bäumen. Nr. 3002, 3363, 3374.

**Lopholejeunea javanica* Nees in Gottschee, Synops. Hepat. (1844), p. 320.

Insel Upolu. Utumapu, auf Baumrinde. Nr. 3236.

*Lopholejeunea parva **Steph. n. sp.

Monoica minor brunnea vel fusco-viridis corticola. Caulis ad 15 *mm* longus pluriramosus validus rigidus. Folia caulina parva, ovatoligulata vix imbricata recte patula integerrima, lobulo parvo plicaeformi. Cellulae superae 18 μ basales 18×27 μ parietibus tenuissimis trigonis nullis. Amphigastria caulina majuscula caule triplo latiora, sinuatim inserta subcircularia appressa contigua integerrima. Perianthia in

caule terminalia ambitu obovata margine ad basin usque alata, alis repandis vel erosis superne optime cristatim insectis laciniis obtusis; carinae posticae 2 perianthio duplo breviores late divergentibus similiter alatis; ore parvo vix prominulo. Folia floralia late ovata acuta integerrima patula, lobulo angusto longe. accreto apice acuto breviterque soluto. Amphigastrium florale optime circulare appressum integerrimum. Androecia flori femineo approximata longe spicata, bracteis ad 10 jugis contiguis suberectis distichis conduplicatim concavis apice breviter bilobis, basi breviter insertis, amphigastriis majusculis subrotundis integerrimis.

Insel Upolu. Auf alten Holzstrünken bei Leolomuenga. Juni. Nr. 2837. — Motootua, auf Baumstämmen. Nr. 2723, 2632.

**Lopholejeunea Sagrana* Mont. in Ramon de la Sagra Hist.-phys. polit. et nat. de Cuba. Cryp. edi ranç., p. 464, Taf. 18, Fig. 1.

Insel Upolu. Utumapu. Nr. 3243. — Motootua auf Bäumen. Juni. Nr. 2725.

Lopholejeunea sp.

Ssteril.

Insel Upolu. Auf Baumrinde bei Motootna. Nr. 2851.

Caudalejeunea Steph.

*** Caudalejeunea Samoana** Steph. n. sp.

Dioica magna robusta flaccidissima olivacea in cortice arcte repens. Caulis ad 8 *cm* longus irregulariter multiramosus, debilis. Folia caulina imbricata integerrima obliqua patula valde concava, dorso caulem superantia, margine postico late recurvo basi revoluto, in plano late ovata apice obtusa. Cellulae superae 18×36 μ basales 27×54 μ trigonis majusculis. Lobulus ob folii marginem involutum omnino occultus, in plano rectangulatus duplo longior quam latus apice truncatus nudus ceterum dense irregulariter ciliolatus. Amphigastria caulina imbricata optime cordiformia caule quadruplo latiora basi angustata profunde sinuatim inserta apice emarginata, lobis rotundatis integerrimis. Folia floralia in apice ramorum multijuga valde desciscentia, ligulata recte patula apice rotundato decurvo 7—8 denticulato, lobulo multo minore involuto attenuato, carina stricta margine occulto fimbricato. Amphigastria maxima confertissima foliis multoties majora transverse inserta, medio infero grosse obcuneato, supero late rotundato margineque arcte angusteque recurvo crebre denticulato. Propagula in apice ramorum numerosa e facie foliorum arta dense regulariterque seriata sessilia disciformia.

Die ♀ Äste, obwohl kräftig entwickelt, enthielten noch keine Pistille, doch zweifle ich nicht, daß hier Sexualäste vorliegen, da auch andere Arten dieser sonderbaren Gattung in gleicher Weise ganz abweichende Blätter und Amphigastrien am weiblichen Aste zeigen, den sie in langer Reihe bekleiden, ehe das Perianth entwickelt wird; diese Äste sind im lebenden Zustande von der Spitze her eingerollt.

Insel Upolu. Im Mangrovesumpfe bei Mulinuu auf den Zweigen von *Clerodendron inerme* R. Br. Nr. 2728.

**Caudalejeunea Stephanii* Spruce manuscr.

Insel Upolu. In der Mangroveformation bei Mulinuu auf den Zweigen von *Clerodendron inerme* R. Br. mit *Mastigolejeunea taitica* Steph. Juni. Nr. 2715.

Mastigolejeunea Spruce.

Mastigolejeunea taitica Steph. manuscr.

Insel Upolu. Auf Baumstämmen im Thalgrund bei Motootua. Nr. 2651, 2852. — In der Mangroveformation bei Mulinuu auf der Rinde von *Clerodendron inerme* mit *Caudalejeunea Stephanii* Spruce Nr. 2715.

Mastigolejeunea ligulata (L. et L.) Spruce, Trans. Bot. Soc. Edinb., XV, p. 101.

Insel Upolu. Utumapu. Nr. 3230.

Mastigolejeunea sp.

Insel Upolu. Gipfel des Apiaberges (Vaiaberges), zirka 300 *m* ü. d. M. Nr. 3086.

Thysananthus Lindbg.

* *Thysananthus fruticosus* Lindbg. et Gottsch., Synops. Hepat. (1844), p. 737.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu, zirka 400 *m* ü. d. M. Nr. 2767, 3166, 3193. — Berg Lanutoo von den Zweigen der Bäume schleierartig herabhängend. Nr. 3008.

* *Thysananthus spatulistipes* Lindbg. et Gottsch., Synops. Hepat. (1844), p. 287.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3279, 3367. — Ebendort mit *Schistochila aligera* Nees. Nr. 3272. — Ebendort mit *Ceratolejeunea renistipula* Steph. Nr. 3306.

Thysanantus sp.

Insel Upolu. Apiaberg, zirka 300 m. ü. d. M. Juli. Nr. 2923.

Ptychanthes Nees.

* *Ptychanthes striatus* Nees in Herb. Wight, Nr. 36.
Syn.: *Pt. Wightii* Gottsch., Synops. Hepat. (1844), p. 291.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu, von den Zweigen der Bäume niederwallend. Juni, Nr. 3188.

Platylejeunea Spruce.

***Platylejeunea Samoana** Steph. n. sp.

Sterilis mediocris flavicans debilis in cortice repens. Caulis ad 5 *cm* longus vage ramosus ramis valde numerosis bi-tripinnatis late expansis. Folia caulina conferta recte patula, plano-disticha, leniter convexa subrotunda falcata i. e. margine postico substricto antico valde curvato apice obtuso decurvo. Cellulae superae 27 μ regulariter hexagonae parietibus validis, basales 27×45 μ parietibus trabeculatis lobulus folii pro plantae magnitudine parvus recte patulus, oblongo-ovatus cylindricus, carina stricta recta a caule patente apice minute exciso acuto. Amphigastria caulina maxima caule septuplo latiora imbricata appressa exciso-inserta subcircularia vel latiora quam longa integerrima. Reliqua desunt.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen. Nr. 3242. — Vom selben Fundorte mit *Lopholejeunea eulopha* Tayl. Nr. 5223.

Frullania Radd.

***Frullania angustistipa** Steph. n. sp.

Dioica parva gracillima brunnea in sicco subnigra. Caulis ad 3 *cm* longus arcte repens dense regulariterque tripinnatus, pinnis primariis dense regulariterque consecutivis basi simplicibus. Folia caulina imbricata recte patula dorso caulem superantia apice late rotundata arcte angusteque decurva. Cellulae ubique fere aequimagnae 18×27 μ trigonis basalibus bene distinctis acutis superis minoribus parietum

incrassatio mediana distincta. Auriculae stipitatae a caule distantes plus minus nutantes cucullatae vertice rotundatae ore recte vel oblique truncato. Amphigastria caulina majuscula remota appressa caule parum latiora transverse inserta inferne cuneato-angustata apice vix ad medium biloba rima angusta lobis extus angulatis oblique triangulatis apice acutis. Perianthia brunnea pro plantae magnitudine maxima late pyriformia 5plicata plicis humilibus tuberculosis, rostro longiusculo hyalino. Folia floralia intima caulinis duplo longiora ovato-oblonga lobulo postico magno profundissime quinquefido, laciniis anguste lanceolatis inaequalibus strictis vel hamatis. Amphigastrium florale intimum angustum medio utrinque unispinum, apice ad medium bifidum, laciniis porrectis anguste lanceolatis integerrimis.

Insel Upolu. Motootua auf Baumstämmen mit *Acrolejeunea Novae Guineae.* Nr. 2729. — Vom selben Fundort auf den Stämmen von *Cocos nucifera* L. Nr. 3138. — Malifa. Nr. 5001. — Utumapu, auf der Rinde von kultiviertem *Manihot Glaziovii.* Nr. 3203, 3246.

Frullania meteoroides Mitt., Flor. Vitiens., p. 417.

Insel Upolu. Auf Bäumen im Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 3226.

Insel Savaii. Gipfelregion des Berges Maungaafi, zirka 1500 *m* ü. d. M. Nr. 2875.

***Frullania Rechingeri** Steph. n. sp.

Dioica spectabilis olivacea in ramis arborum pendula. Caulis ad 15 *cm* longus laxe tripinnatus, truncus primarius grandifolius pinnis et pinnulis ob folia sensim decrescentia gracilibus. Folia contigua vel parum imbricata oblique patula angulo 45° plano-disticha vel leniter decurva integerrima brevissima basi inserta apice obtusa. Cellulae superae 27 μ basales 18×27 μ trigonis parvis nodulosis, incrassatio parietum mediana similiter nodulosa, nodulis saepe geminatis. Auriculae parvae cylindricae cauli contiguae vertice rotundatae ore recte truncato. Amphigastria caulina maxima foliis fere aequimagna contigua circularia plano-appressa apice ad $^1/_6$ inciso-biloba rima angusta lobis acutis basi breviter inserta auriculata auriculis rotundatis conniventibus. Perianthia in ramis brevibus terminalia late breviterque pyriformia inflata subeplicata ore brevi latissimo repando- angulato. Folia floralia trijuga, intima appressa ad $^3/_4$ bifida lobis aequimagnis lanceolatis, antico obtuso postico acuto. Amphigastrium florale intimum liberum foliis simillimum lobis porrectis acutis. Androecia ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, auf Bäumen im Regenwald häufig. Nr. 3106, 3057.

Insel Savaii. Berg Maungaafi, auf morschen Baumstämmen, zirka 1500 *m* ü. d. M. Nr. 2924.

Fam. **Anthocerataceae.**

Anthoceros Mich.

***Anthoceros appendiculatus** Steph. n. sp.

Planta dioica (?) parva pallide virens in sicco subnigra gregaria. Frons ad 2 *cm* longa parum ramosa crassa spongiosa, ob cavernas inflatas papulosa. Involucra solitaria magna fusiformia parietibus cavernosis superficie alte lamellata, lamellis grosse cristato-lobatis. Capsula submatura 2 *cm* longa. Sporae nigrae, grosse papillosae papillis truncatis. Elateres 0·22 *mm* longi brunnei flexuosi solidi, simplices, interdum furcati.

Insel Savaii. An Erdabhängen an den Ufern eines gegenwärtig ausgetrockneten Flusses bei Patamea. Juli. Nr. 2871.

***Anthoceros pinnilobus** Steph. n. sp.

Planta dioica minor gracilis brunneola corticola. Frons ad 2 *cm* longa angusta furcata, cavernis magnis muciferis spongiosa, margine pinnatim lobata lobis contiguis vel approximatis inaequalibus angustis latisque mixtis, aequilongis patulis grosse spongiosis. Involucra solitaria ad 8 *mm* longa fusiformia crassa, parietibus cavernosis, cavernis magnis inflatis repletis ceterum laevia vex papulosa. Capsular ad 4 *cm* longa. Sporae 36 μ nigrae hispidae. Elateres longi (ad 400 μ) solidi haud articulati varie torti Androecia ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, an erdigen Abhängen. Nr. 3027, 3028.

***Anthoceros parvisporus** Steph. n. sp.

Planta monoica mediocris pallide virens in cortice arcte repens. Frons ad 25 *mm* longus, laevis, late linearis 7 *mm* latus, repetito furcatus, furcis brevibus truncato rotundatis, planis, 5 cellulas crassis margine parum attenuatis. Involucra solitaria anguste cylindrica 1 *cm* longa 8 cellulas crassa solida i. e. cavernis ampliatis nullis sed cellulis ubique parvis aequimagnis formata. Capsula 3—4 *cm* longa. Sporae 18 μ pallidae asperae. Elateres monospiri pallidi laxissime torti utriculo nullo. Androecia in ramis gregaria vel seriata, saepe etiam dispersa et solitaria. Antheridia 3—4 in alveolo magno.

Insel Savaii. Im Urwald auf dem Maungaafi, zirka 1000 *m* ü. d. M. Nr. 3079.

Insel Upolu. Im Urwald ober Utumapu, an faulenden Farnstämmen. Nr. 3179, 3207, 3228, 3239, 3244

VI. GRAMINEAE.

Bestimmt von Prof. E. Hackel (Unterach).

Coix L.

Coix Lacryma L., Syst., edit. X, 1261.

Insel Upolu. Ufer des gegenwärtig ausgetrockneten Kratersees Lanuanea, zirka 700 *m.* ü. d. M. August. Nr. 742.

Imperata Cyr.

* *Imperata exaltata* Brogn. in Duperr., Voy. Coq. Bot., p. 101.

Insel Sawaii. An sehr trockenen, vegetationsarmen Stellen vor Aopo selten; bildet hier niemals wie in Neuguinea, Salomons-Inseln etc. ganze Felder (Alang-Alangformation). Juli. Nr. 1711.

Miscanthus Anders.

* *Miscanthus floridulus* Warb., in Schum. et Lauterb., Flora des deutschen Schutzgebietes in der Südsee, I, p. 166 (1901).

Insel Upolu. Bei Laulii am Ufer eines Flusses. Juni. Nr. 860.

Saccharum L.

Saccharum officinarum L., Spec. plant., edit. I, p. 54.

Insel Upolu. Am Aufstieg zum Apiaberg von Eingebornen kultiviert. Mai. Nr. 1243. Beim Wasserfall Papaloloa, am Ufer des Flusses. Juli. Nr. 1447.

Die Kultur des Zuckerrohres auf den Samoa-Inseln spielt eine sehr untergeordnete Rolle, sie wird nur von den Eingebornen betrieben. Man zerschneidet die saftreichen, süßen Schäfte und saugt sie aus. Die Blätter dienen zum Decken der Eingebornenhütten. Regelrechte Plantagen von Zuckerrohr, von Weißen angelegt, gibt es nicht.

Erianthus Michx.

* *Erianthus maximus* Brogn. in Duperr., Voy. Coq. Bot. 97.

Insel Sawaii. An einem zeitweise trocken liegenden Flußlauf bei Patamea. Juli. 3 bis 5 *m* hoch. Nr. 1156.

Von den Eingebornen als »wildes Zuckerrohr« bezeichnet.

Andropogon L.

Andropogon aciculatus Retz.

Insel Upolu. Um Apia auf Plätzen, auf welchen das Vieh weidet. Mai. Nr. 451. — Malifa, auf trockenen, sterilen Plätzen. Mai. Nr. 1713.

In der regenärmeren Jahreszeit entstehen sterile Stolonen mit gestauchten Internodien.

Insel Manono. Im Dorfe Manono. Juni. Nr. 800.

Da die Exemplare steril sind, ist die Bestimmung dieser Nummer fraglich.

**Andropogon contortus* L., Spec. plant., II, p. 1045.

Insel Sawaii. Auf dem Mu' bei Aopo. Juli. Nr. 1712. — Auf dem »Asau« bei Safune. Nr.1042.

»Asau« heißt ein noch relativ junger, erst von spärlicher Vegetation bedeckter Lavastrom.

**Andropogon Halepensis* Brot. Flor. 6 Lusit, I, p. 89 *genuinus*.

Insel Upolu. Bei Vaimea. Juni. Nr. 1043.

Var. *effusus* Hack., Manuscr.

Insel Upolu. Motootua. Wird bis 2 *m* hoch. Mai. Nr. 359.

Melinis Beauv.

Melinis minutiflora Beauv.

Insel Upolu. Versuchsweise in Utumapu gebaut. Stammt aus Brasilien. Juni. Nr. 5188.

Paspalum L.

Paspalum conjugatum Berg.

Insel Upolu. Malifa, an Wegrändern. Nr. 293, 1431.

Sowohl auf der Insel Savaii wie auf Upolu überall an Wegrändern, Straßen, Zäunen und in Pflanzungen sehr häufig. Dieses Gras begleitet den Menschen auf Schritt und Tritt, da sich seine Samen an Vorübergehende mit unglaublicher Zähigkeit und in großer Menge klettenartig anhängen; selbst wenig Anhaltspunkte bietende Kleidungsstücke, wie Ledergamaschen und Schuhe, dienen als Transportmittel und es sind die Samen nur schwer davon zu entfernen.

**Paspalum distichum* L., Amoen. Acad., p. 391.

Insel Apolima. Am Meeresstrand. Juni. Steril. Nr. 827.

Samoanisch: Mukia.

Insel Upolu. Auf Sanddünen im Mangrove-Sumpf bei Mulinuu. Mai. Nr. 1280.

Ein für diese Formation sehr bezeichnendes Gras. Er bildet oft meterlange sterile Stolonen, seine Wurzeln dringen in den lockeren salzhaltigen Sandboden so tief ein, daß sie fast ständig ausgiebige Feuchtigkeit genießen. Oft auf kleinen Sanddünen. Vergl. Rechinger in Karsten und Schenk, Vegetationsbilder, VI. Reihe, Heft 1: Samoa, Taf. I und Text, wo *Pasp. distichum* im Vordergrunde vor *Acrostichum aureum* abgebildet ist.

Paspalum orbiculare Forst. f. Prodrom., 7.

Insel Sawaii. Auf dem »Asau« bei Safune (trockenes, sehr sonniges Gebiet). Juli. Nr. 1045. — Auf dem »Mu« bei Aopo. Juli. Nr. 1643.

Insel Upolu. An der Mündung des Flusses Vaisingano bei Apia. Mai. Nr. 1440.

**Paspalum paniculat*um L., Syst., ed, X, p. 855.

Insel Upolu. Bei Moamoa. Juli. Nr. 1813.

Panicum L.

**Panicum pruriens* Trin., Gram. Panic., p. 77.

Syn.: *Digitaria consanguinea* Gaud.; *Panicum microbachne* Presl.

Insel Upolu. In den Kakaopflanzungen von Harman. Nr. 1434 (sehr üppige und kräftige Exemplare).

Insel Apolima. Nr. 247. Mit kahlen Ährchen.

Insel Sawaii. Auf dem »Mu« bei Aopo. Juli. Nr. 1710 (mit kahlen Ährchen). Aufdem »Mu« bei Asau. Nr. 1600 (Form mit gewimperten Primärährchen).

Trinius erwähnt in der Beschreibung das Vorkommen sowohl der kahlen als der behaarten Ährchen ohne beide Formen mit Namen zu unterscheiden.

Bei Aopo (Insel Sawaii) kommen auch Kümmerformen mit kahlen Ährchen vor. Juli. Nr. 1646.

**Panicum ambiguum* Trin. in Mém. Acad. St. Petersb., Ser. VI, III, II (1835), p. 243.

f. pilosa Hack.

Insel Apolima. Juni. Nr. 279.

**Panicum ambiguum* Trin. l. c.

f. latifolia Hack.

Der Typus hat schmälere lineal-lanzettliche Blätter.

Insel Sawaii. Bei Asau. Juli. Nr. 1723.

Panicum ambiguum Trin. l. c.

f. pilosa Hack.

Der Typus hat fast kahle Blätter.

Insel Apolima. Juni. Nr. 804.

Auf der Insel Apolima besonders häufig auch in der typischen Gestalt. Nr. 826.
Eingebornenname: Vao-sali.

**Panicum timorense* Kunth, Enum. plant., I, p. 83.

Var. β *fimbriatum* Hack.

Syn.: *P. fimbriatum* Presl.

Insel Upolu. Malifa, an Straßenrändern. Mai. Nr. 337.

Insel Apolima. Nr. 281.

**Panicum Colonum* L., Syst., ed. X, p. 870.

Insel Upolu. Gemein an Wegen und in Pflanzungen. Mai. Nr. 288, 1428.

**Panicum Crus Galli* L., Spec. plant., p. 56.

Var. *Samoanum* Hack., Herb., n. var.

Differt a typo spiculis lanceolatis, 4 *mm* longis, 1·2 *mm* latis, non ovatis neque turgidis.

Insel Upolu. Auf dem Grunde des gegenwärtig ausgetrockneten Kratersees »Lanuanea«, zirka 800 *m* ü. d. M., zusammen mit *Centipeda minuta* C. B. Clarke und *Ambulia serrata* (Gaud.) Wettst. Juli. Nr. 755.

Dieselbe Form habe ich bereits von Whitmey gesammelt mit der Bezeichnung »Samoa« im Herbare (Hackel).

**Panicum Numidianum* Lam., Illustr., I., Taf. 172; Encycl., IV, p. 749.

P. barbinode Trin. f. *pilosissima* Hack.

Beim Typus sind nur die Knoten behaart, bei *P. barbinode* Trin. auch die Scheiden, hier endlich auch die Blattspreiten.

Insel Upolu. Bei Motootua in Gräben. Mai. Nr. 1448.

Panicum maximum Jacq., Icon. plant. rar., I, Taf. 13.

Insel Upolu. Vaimea, an Sümpfen. Nr. 1402.

Scheint eingeschleppt zu sein.

**Panicum pilipes* Nees ex Thw., Enum. plant. Zeyl., 359.

Insel Upolu. Motootua, in Kokospalmenpflanzungen. Nr. 1748.

Oplismenus Beauv.

**Oplismenus loliaceus* Röm. et Schult., Syst., II, p. 480.

Insel Upolu. In Kokospalmenpflanzungen um Apia. Juni.

**Oplismenus setarius* Röm. et Schult., Syst., II, p. 481.

Insel Apolima. In einer Kokospalmenpflanzung der Eingebornen. Nr. 333.

Insel Upolu. In gelichteten Urwäldern bei Vaimea. Nr. 5178.

Einige Exemplare nähern sich dem *O. loliaceus* Beauv.

Insel Sawaii. Auf trockenen, noch wenig von Vegetation bedeckten Lavaströmen bei Aopo, von den Samoanern »Mu« genannt, zirka 400 *m* ü. d. M. Juli. Nr. 1649.

Insel Upolu. In Pflanzungen bei Vailima. Juli. Nr. 1789.

Forma ad *O. loliaceum* Beauv. vergens (Hackel).

O. setarius und *O. loliaceus* sind wohl nur Formen derselben Art, die letzteren mit längeren Ähren.

Insel Upolu. In Kokospflanzungen in Malifa. Nr. 597.

Oplismenus compositus Beauv., Agrost., p. 54.

Insel Upolu. In Pflanzungen auf dem Apiaberg. Nr. 1238.

Setaria Beauv.

* *Setaria flava* Kunth, Rév. Gram., I, p. 46.

Eine Form der *Set. glauca* Beauv.

Insel Upolu. Utumapu. Juni. 930.

Cenchrus L.

* *Cenchrus echinatus* L., Spec. plant., p. 1050.

Insel Upolu. Malifa, auf Kulturboden, an Wegrändern. Mai. Nr. 295

Cenchrus calyculatus Cav., Icon., V, 39, Taf. 463 (*C. anomoplexis* Labill.).

Insel Sawaii. An sehr trockenen, heißen, vegetationsarmen Stellen bei Aopo, zirka 400 *m* ü. d. M. Nr. 618.

Stenotaphrum.

* *Stenotaphrum subulatum* Trin., in Mém. Acad. St. Petersb., Sér. VI, Sc. nat. III (1835), p. 190.

Insel Tutuila. Am Meeresstrand bei Pango-Pango. August. Nr. 3703.

Eine im Habitus etwas abweichende Form mit 7 bis 8 Ährchen an den etwas abstehenden unteren Ähren, aber in den Charakteren ganz mit Pflanzen aus Guanaham identisch.

(Wurde auch von Whitmey in Samoa gesammelt. Herb. Hackel.)

Stenotaphrum dimidiatum (L.) Brogn., in Duperr., Voy. Coq. Bot., p. 127.
Syn.: *St. glabrum* Trin.; *St. americanum* Schr.

Insel Upolu. In Kokospalmenpflanzungen bei Malifa. Mai. Nr. 309.

Wurde eingeführt, um das lästige Unkraut im Kokospalmenpflanzungen, hauptsächlich die *Mimosa pudica*, zu unterdrücken. Steigt an Palmen und im Gebüsch oft bis 2 *m* Höhe empor. In Samoa stets steril, wird durch Stecklinge vermehrt. Aus Australien eingeführt.

Thuarea Pers.

**Thuarea involuta* (Forst.) R. Br., Prodr., p. 197.

Syn.: *Th. sarmentosa* Pers.

Insel Sawaii. Im Sand am Meere kriechend, bei Asau. Nr. 1625.

Insel Upolu. Im Sand am Meere kriechend, bei Leolomuenga. Nr. 231.

Mit seinen Stolonen oft weithinkriechend, die Fruchtstände sind zur Zeit der Reife fast durchwegs im Sande vergraben.

Cynodon Pers.

Cynodon Dactylon Pers., Syn., I, p. 85.

Insel Upolu. Apia, an Straßenrändern (Hackel). Mai. Nr. 1319.

Dieses Gras wird in Gartenanlagen, vor Wohn- und Stationshäusern, in Vorgärten etc. nicht nur auf den Samoa-Inseln, sondern auch auf der Insel Neupommern, ferner in Singapore, Hongkonk und Ceylon auf den Hawaischen Inseln, wie ich selbst beobachtet habe, als »Rasen« oder »Teppichrasen« gezogen. Wenn es kurz gehalten und in der regenärmeren Zeit öfter bespritzt wird, sieht es ganz gut aus Seine große Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und Hitze wie heftige Niederschläge machen es für Teppichrasen geeignet.

Eleusine Gärtn.

Eleusine indica Gärtn., Fruct., I, p. 7.

Insel Upolu. Malifa, ungemein häufig an Wegrändern. Nr. 1429. — Utumapu. Juni. Nr. 1679. In einer Kümmerform mit nur 1 Ähre.

Insel Apolima. Juni. Nr. 5177. Auf sehr magerem sonnigen Boden in einer Kümmerform wie Nr. 1679

Eragrostis Host.

**Eragrostis amabilis* (L.) O. Kuntze, non alias.

Syn.: *Er. plumosa* Link; *Poa amabilis* L.

Insel Manono. Im gleichnamigen Dorfe auf Sandboden nahe dem Strande. Juni. Nr. 801.

Insel Apolima. Juni. Nr. 220.

Insel Upolu. Häufig an Straßen um Apia. Nr. 336.

Centotheca Desv.

Centotheca latifolia (L.) Trin., Fund. Agrost., p. 141.

Insel Apolima. Juni. Nr. 325.

Insel Upolu. Malifa, zwischen Buschwerk. Nr. 1450. — Bei Laulii. Nr. 896. — In Pflanzungen bei Vailima. Nr. 1790.

Lepturus R. Br.

**Lepturus repens* R. Br., Prodr., I, p. 207.

Insel Sawaii. Auf sonst vegetationslosen Lavatrümmern am Meeresstrand bei Malo. Juli. Nr. 1171.

Bambuseae (genus incertum).

Da nur Blätter vorliegen, nicht näher zu bestimmen (Hackel).

Insel Upolu. Bei Vailima, sehr hohe Stauden. Juli. Nr. 161. — Berg Lanutoo, zirka 700 *m* ü. d. M. Nr. 55 (große Stauden).

Ich konnte nicht die feste Überzeugung erlangen, daß *Bambuseae* in Samoa wild vorkommen. In der Nähe von Eingebornenansiedlungen wie von Europäerhäusern finden sich oft mächtige Bambusgebüsche, welche offenkundig verschiedenen Arten, respektive Gattungen der *Bambuseae* angehören. So wird eine Art besonders häufig gepflanzt mit goldgelben Schäften und (im lebenden Zustande) lebhaft grünen Längsstreifen, die von einem Knoten zum anderen reichen. Die Eingebornen fertigen eine Art von Kopfstütze oder »Genickrollen« (ali) daraus (K. Rechinger).

VII. HYMENOPTEREN.

Bearbeitet von Fr. Fr. Kohl.

(Mit Tafel III.)

Herr Dr. Karl Rechinger sammelte auf seiner wissenschaftlichen Reise zur Erforschung der Flora der Samoa-, Salomons-Inseln und Neupommern auch eine Anzahl Hymenopteren, die geschenksweise in den Besitz des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien übergegangen sind.

Die Bearbeitung dieses Hautflüglermateriales, wenn es auch nicht so umfangreich war, ein vollständiges Faunenbild zu ergeben, schien mir doch aus dem Grunde wünschenswert, weil die Eilande, von denen es vorzüglich stammt — Samoa-Inseln und Neupommern — hymenopterologisch noch sehr wenig durchforscht sind. In folgender Abhandlung werden 43 Arten aus den verschiedensten Familien der Hymenopteren namhaft gemacht, von denen 12 als neu beschrieben und dem Systeme eingefügt werden.

Die Ameisen bestimmte unser ausgezeichneter vaterländischer Myrmekologe Dr. Gustav Mayr.

Franz Friedrich Kohl.

Fam. Apidae.

1. Apis mellifera L.

Syst. nat., Ed. 10*a* (1758), p. 576, Nr. 17.

Samoa (Upolu; 3 ☿ auf *Mimosa pudica*; Dr. Rechinger); Hawai-Insel (Honolulu); 30./IV. 1 ☿).

Die Honigbiene von Samoa ist dunkel und gleicht der deutschen. Das Stück von Honolulu hat Abdominalsegment 1, 2 und 3 größenteils braunrot.

2. Xylocopa aeneipennis de Geer.

III, p. 573, Taf. 28, Fig. 8. — Smith, J. Linn. Soc., XIV, p. 684.

Hawai-Insel (Honolulu; 1 ♀, 30./IV).

3. Halictus extraordinarius Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 2 ♀).

Metallisch grünblau, Hinterleib dunkler, in Schwarzbraun übergehend. Der Kopf und Thorax geht bei einem der vorhandenen Stücke stellenweise in Rostrot über. Ich bin überzeugt, daß es auch Stücke mit ganz rostrotem Bruststücke gibt. Die Oberkiefer, die Oberlippe und der Clypeus sind wohl meistens rostrot. Rostrot sind auch mehr weniger die Sternite und die ganzen Beine. Flügel etwas getrübt, Geäder braunschwarz. Die Cubitalader ist an der dritten Cubitalzelle zum Verblassen geneigt wie die dritte Cubitalquerader und der vordere Teil der zweiten Discoidalquerader.

Kopf beträchtlich breiter als der Thorax. Gesicht breit. Der Abstand der Netzaugen auf dem Scheitel ist weit, nicht viel geringer als auf dem Kopfschilde; die hinteren Nebenaugen stehen voneinander etwas weniger weit ab als von den Netzaugen. Eigentümlich, von der bei *Halictus* gewohnten Form ganz abweichend ist die Form des Kopfschildes. Dieser ist verhältnismäßig sehr kurz, vorne gerade abgestutzt und läßt die Oberlippe mehr weniger frei. (Taf. III, Fig. 10).

Der Fühlerschaft ist schlank und lang (Taf. III, Fig. 15); nach oben gestreckt und dem Gesicht angeschmiegt, würde er die hinteren Nebenaugen ein wenig überragen. Die Schläfen sind sehr breit (Taf. III, Fig. 12). Der abfallende Teil des Mittelsegmentes ist von den Seiten durch eine Kante geschieden. Die nackte Stelle in der Mitte des fünften Tergits ist ausgedehnt und von einem Mittelkiele der Länge nach durchzogen. Gesicht ziemlich matt, sehr fein skulpturiert. Bei 100facher Vergrößerung zeigt sich nämlich eine feine dichte, nadelrissige, netzige Skulptur; die einzelnen Maschen derselben sind rundlich; ähnlich ist die Skulptur auch auf dem Thorax. Schildchen sehr fein und zerstreut punktiert. Der Mittelsegmentrücken (»area dorsalis«) zeigt bei 10facher Vergrößerung Längsrunzelstreifchen. Auf dem Gesichte und dem Dorsulum sieht man sehr zarte, zerstreute Pünktchen, denen kurze Härchen entspringen.

Von der Basis der breiten Hinterrandsdepressionen des zweiten bis fünften Sternits stehen lange Wimperhaare ab; diese sind nicht in dichter Anordnung, bilden aber doch Haarquerreihen. Länge 6 bis 8 *mm*.

4. **Halictus perpessicius** Kohl, n. sp.

Samoa (Upolu; 17 ♀, 1 ♂).

Metallisch grün- bis rotgoldig, stellenweise manchmal auch violett schimmernd. Beine mit Ausnahme der metallisch glänzenden Hüften rötlich rostgelb.

Flügel etwas getrübt. Geäder schwarzbraun. Die Cubitalader ist an der dritten Cubitalzelle und darüber hinaus verblaßt, ebenso die dritte Cubitalquerader und der vordere Teil oder die ganze zweite Discoidalquerader.

♀ — Kopf ungefähr so breit als der Thorax. Gesicht mäßig breit (Taf. III, Fig. 18). Der geringste Abstand der Netzaugen auf dem Scheitel ungefähr so groß wie auf dem Kopfschilde. Die hinteren Nebenaugen stehen voneinander ebensoweit ab wie von den Netzaugen. Die Schläfen sind ungefähr so dick wie die Netzaugen, von der Seite gesehen, breit (Taf. III, Fig. 14), Fühlerschäfte dünn und lang, nach oben gestreckt, über das vordere Nebenauge deutlich hinausreichend. Kopfschild vorne quer abgestutzt (Taf. III, Fig. 18). Blaß lehmgelb bewimpert, und zwar ziemlich lang sind die umgeschlagenen, auf die Sternite übergreifenden Teile der Tergite und die Sternite. Kürzer ist die Bewimperung der Schenkel (Unterseite) und der Tarsen (ringsherum). Die nackte rostrote Stelle des fünften Tergits tritt deutlich zu Tage; er ist leicht pflugscharartig erhaben, mit schwachem Längskiel.

Konfiguration der Hinterschenkel: Taf. III, Fig. 8.

Gesicht mikroskopisch fein lederartig gekörnlt (100fache Vergrößerung), matt; Thorax netzig nadelrissig (aciculat, 100fache Vergrößerung). Schildchen mit sehr feinen Pünktchen nicht dicht besetzt (10fache Vergrößerung). Die Horizontalfläche des Mittelsegmentes zeigt feine Runzelstreifen, welche von der Basis aus leicht divergierend nach hinten laufen. Die Tergite sind sehr zart netzig nadelrissig (100fache Vergrößerung), die Maschen quer gestreckt. Bei 10facher Vergrößerung sind diese Verhältnisse mit Ausnahme der Runzelstreifchen des Mittelsegmentes nicht wahrnehmbar. Das Abdomen erscheint ziemlich glänzend.

♂ — Ist in der Färbung und in der Skulptur dem Weibchen ähnlich, nur etwas schmäler. Das Gesicht ist auch ein wenig schmäler und der geringste Abstand der Netzaugen auf dem Scheitel etwas größer als der auf dem Kopfschilde, weshalb das Gesicht nach unten verschmälert erscheint, was beim ♀ nicht der Fall ist.

Länge: 7 bis 8·5 *mm*.

Ein weibliches Stück in der Sammlung des Naturhistorischen Hofmuseums, das ich als zu dieser Art gehörig halte, stammt von den Fiidji-Inseln.

Es ist nicht unmöglich, daß der *Halictus urbanus* Sm. (Descript. new spec. Hymen. Brit. Mus. London, 1879, p. 35, ♀) mit *perpessicius* zusammenfällt. Die Beschreibung von *H. urbanus* ist aber für eine Entscheidung ganz unzureichend.

5. Megachile lachesis Smith.

Journ. of Proc. Linn. Soc., Zool., IV, 1860, Suppl. p. 133, Nr. 2, ♀.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1 [illegible], 3 [illegible]).

6. Lithurgus albofimbriatus Sichel.

Reise der Novara, Zool., II, P. 1 (1867), Hymen. melifera, p. 11.

Samoa (Upolu; 4 [illegible]).

Die Stücke wurden mit den Sichel'schen Typen, welche im Wiener Hofmuseum aufbewahrt sind, verglichen.

Manche Angaben der Sichel'schen Beschreibung passen nicht zur wirklichen Beschaffenheit der Typen und bedürfen der Korrektur. Die Gesichtstuberkel ist ganz gut ausgebildet, darum trifft der Ausdruck »fronte-subtuberculata« nicht zu. Die Behaarung des Prothorax ist größenteils weiß, ebenso sind es Stellen auf dem Mittelsegmente und neben dem Schildchen und daher ist der Thorax nicht streng »nigricanti-pilosus« zu nennen. Schwärzlich ist vorzüglich die Behaarung der Thoraxseiten und der Brust

7. Crocisa quartinae Gribodo.

Bull. soc. entom. Ital., XVI, 1884, p. 272, ♀♂.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 3 ♂).

Diese im männlichen Geschlechte durch einen Zahnfortsatz an der Unterseite der Hinterschenkel ausgezeichnete Art ist zuerst von Celebes bekannt geworden; sie scheint indes eine bedeutende Verbreitung zu besitzen. Die Sammlung des Naturhistorischen Hofmuseums enthält Stücke aus Indien, Java, Südchina, Borneo und Cap York. Die *Cr. emarginata* (»Lep.«), welche Sichel in Novara-Expedition, Zool. Teil, Bd. II. Supplem., Hymenoptera Mellifera, p. 8, aus Java erwähnt, gehört nach den Originalstücken gleichfalls zu *Cr. quartinae*. Ob *Cr. quartinae* in dem Umfange, wie sie hier aufgefaßt erscheint, bei näherer Untersuchung eines ausreichenden Materials nicht doch mehrere enger verwandte Arten umfaßt, wird die Folge ergeben.

8. Nomada psilocera Kohl n. sp.

Salomo-Insel (Bougainville; 1 ♀).

Von der Größe und Erscheinung der *N. flavoguttata* Kirby (Länge zirka 7 *mm*). Schwarz; zweites und fünftes Tergit mit rundlichen elfenbeinweißen Seitenflecken. Der Clypeus zeigt an den Seiten Neigung, ins Rostrote überzugehen. Fühler schwarz; Geißelglied 1 bis 6 an der Unterseite scherbenbraun. Flügel getrübt; Geäder schwarz. Kopfschild, Schläfen weiß pubeszent; dicht weiß pubeszent sind auch die Mittelbruststückseiten (in Form einer ausgedehnten Makel), das Mittelsegment mit Ausnahme der »area cordata« und kurze Seitenbinden auf Tergit 3, 4 und 5. Kopf und Thorax ist dicht punktiert, die Punkte sind deutlich gestochen. Weniger dicht stehen die Punkte nur auf der Mitte des Dorsulum und des Schildchens, diese glänzen daher auch mehr. Area dorsalis des Mittelsegmentes gerunzelt. Die Fühler sind schlank und verdicken sich allmählich dem Ende zu: Taf. III, Fig. 16. Verhältnismäßig schlank sind auch die Beine. Der geringste Abstand der Netzaugen beträgt auf dem Scheitel nahezu die Länge des 2. + 3. + 4. + 5. Geißelgliedes.

Fam. **Sphecidae.**

9. **Trypoxylon providum** Sm.

Journ. of Proc. Linn. Soc., Zool., IV, 1860, Suppl., p. 125, Nr. 1, ♀.

Salomo-Inseln (Buka; 1♂, 1905).

10. **Pison glabrum** Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; ♀).

Von der Größe des *Pison Rechingeri* Kohl (9 bis 10 *mm*).

Schwarz. Flügel gebräunt, mit violettem bis stahlblauem Glanze. Pubeszenz weiß, aber spärlich; die Tergite zeigen an den Depressionen keine Binden.

Das Tierchen glänzt mehr als irgend eine andere mir bekannte Art, noch mehr als *P. Rechingeri*; es ist fast allenthalben sehr glatt und zeigt nur zerstreute, sehr feine Pünktchen. Auch das Mittelsegment ist glatt, unpunktiert und wird von der üblichen Längsrinne durchzogen, in welcher eine erhabene Kiellinie liegt. Nur die Stirne ist ziemlich matt infolge einer sehr dichten feinen (60fache Vergrößerung) netznadelrissigen Skulptur. Auch Punkte zeigt die Stirne, zumal in der Nähe des Fühlergrundes.

Wichtig für die Erkennung der Art dürfte wohl auch sein, daß Schildchen und Hinterschildchen, die in einer Ebene liegen, auffallend flach sind.

Der geringste Abstand der Netzaugen auf dem Scheitel beträgt fast die Länge des 1. + 2. Geißelgliedes.

Bei dem vorliegenden Stücke dieser Art mündet die eine Discoidalquerader beim Ende der ersten Cubitalzelle, die zweite in den Anfang der dritten.

11. **Pison tahitense** Sauss.

Reise der Novara, Zool., II, P. 1 (1867), Hymen., p. 65, Nr. 1, ♀♂.

Samoa (Upolu; 1♀).

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1♀).

12. **Pison Rechingeri** Kohl n. sp.

Samoa-Inseln (Upolu; 5♀, 2♂).

Gehört in die engere Verwandtschaft des *P. suspiciosum* Sm., *nitidum* Sm. (1858), *pallidipalpe* Sm. und *morosum* Sm. Die Punktierung des Körpers ist sehr ähnlich Schwarz. Pubeszenz weiß. Die gut ausgeprägten Depressionen der Tergite zeigen nur seitlich eine weiße Pubeszenz, also nicht förmliche Binden. Flügel etwas getrübt mit violettem, selten fast kupfrigem Glanze. Diese Art ist durchschnittlich kleiner als *P. nitidum*, 7 bis 9·5 *mm* lang.

Der geringste Abstand der Netzaugen auf dem Scheitel beträgt die Länge des 2. + die Hälfte des 1. Geißelgliedes. Wichtig ist die bedeutende Auftreibung der Stirne und die damit im Zusammenhang stehende tiefere Einsenkung der Stirnlinie, welche sich vom vorderen Nebenauge in der Richtung gegen den Fühlergrund hinabzieht. Beim Männchen spitzt sich der Clypeus am Ende mitten nicht zu, sondern zeigt ein schmales, sanft bogiges Randleistchen, ähnlich wie beim Weibchen. Punktierung der Stirne dicht, aber nicht förmlich gedrängt; dasselbe gilt vom Mesothorax mit Einschluß des Schildchens. Die Mittelsegmentseiten sind ebenfalls sehr dicht punktiert, aber die Punkte sind viel kleiner als auf dem Dorsulum, überdies zeigen sich feine Runzelstreifchen. Mittelsegmentrücken punktiert, stellen-

weise auch runzelstreifig, besonders an den Seiten seiner Basis. Der abfallende Teil des Mittelsegmentes ist sehr dicht und fein punktiert und fein gerunzelt und zeigt keine deutlichen Querrunzelstreifen.

Auf dem Abdomen sieht man bei 10facher Lupenvergrößerung in sehr mäßig dichter Anordnung zarte, feine Pünktchen. Bei 60- bis 100facher Vergrößerung nimmt man wahr, daß den Pünktchen winzige Härchen entspringen; überdies sieht man eine netznadelrissige Skulptur (aciculate), die so so fein ist, daß sie nicht verhindert, das Abdomen glänzender erscheinen zu lassen als bei *nitidum*. Im ganzen glänzt das Wespchen ziemlich stark.

Die erste rücklaufende Ader mündet in die erste Cubitalzelle oder interstitial; die zweite trifft auf die zweite Cubitalquerader.

13. Larra maura Fabr. var. Rechingeri Kohl.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 2 ♀).

Die beiden Stücke stimmen mit Exemplaren, welche die Sammlung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums von Java besitzt, stark überein, nur ist das Gesicht, die Stirne und der Scheitel noch glatter, glänzender, fast pünktchenfrei und die Basalhälfte der Tergite zeigt nur hie und da ein ganz unauffälliges Pünktchen. Mittel- und Hinterschenkel sowie Vorder-, Mittel- und Hinterschienen rot. Form der oberen Afterklappe wie bei den javanischen Stücken. Auf den geringfügigen Abweichungen eine neue Art zu gründen, wagte ich nicht, benenne aber die Varietät »Rechingeri«.

14. Liris Braueri Kohl.

Verhandl. Zool. bot. Ges., Wien, XXXIII, 1883, p. 356, Nr. 2, ♀ ♂.

Ceylon (1 ♀) Kandi.

15. Sceliphron tahitense Sauss.

Reise der Novara, Zool., II, P. 1 (1867), Hymen., p. 27 Nr. 6, ♀ ♂; Taf. 2, Fig. 17.

Hawai-Insel (Honolulu; 2 ♀, 30./IV.). Bei beiden Stücken ist das Mittelsegment und das ganze folgende Segment des Abdomen schwarz ohne gelbe Zeichnung.

16. Sceliphron laetum Sm.

Catal. Hymen., Brit. Mus., IV, 1856, p. 229, Nr. 13, ♀ ♂; Taf. 7, Fig. 1.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1 ♀, 4 ♂).

17. Sphex formosus Sm.

Catalog. Hymen., Brit. Mus., IV, 1856, p. 254, Nr. 60, ♀.

Shortland Insel (Poperang; 1 ♂, 1 ♀).

18. Sphex resplendens Kohl.

Annal. Naturhist. Hofmuseum, V, 1890, p. 409, ♂.

Salomo-Inseln (Buka; 1905; 1 ♂).

Es scheint mir neuestens nicht ausgeschlossen, daß das Männchen, von *Sphex resplendens* in meiner Monographie von *Sphex* nicht zu dem Weibchen gehört, mit dem es zusammengestellt wurde.

Fam. **Scoliidae.**

19. Scolia (Diliacos) violacea Lep. — *Campsomeris violacea* Lep.

Hist. nat. Ins. Hymen., III, 1845, p. 502, Nr. 11, ♀.

Salomo-Insel (Buka; 1 ♂).

20. Scolia (Dielis) formosa Guer.

Duperry; Voy. Coquille, Zool., II, P. 2 (1830), p. 252, ♀.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1 ♂).

Fam. **Pompilidae.**

21. Macromeris violacea Lep.

Magas. de Zool., I, 1831 (1830), P. 29 u. 30, Taf. 30 (♂).

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1 ♀) auf Zingiberaceen (Dr. Rechinger).

Fam. **Vespidae.**

22. Rhygchium rufipes Fabr.

Syst. entom., 1775, p. 367, Nr. 23.

Samoa (Upolu; 14 ♀, 2 ♂).

23. Rhygchium haemorrhoidale var. brunneum Fabr.

Syst. entom., II, 1793, p. 261, Nr. 30.

Neupommern (Gazellen-Halbinsel; 1 ♀).

24. Odynerus (Leionotus) bizonatus (»Boisd.«) Sauss.

Étud. fam. Vespid., I, Eumén., 1852, p. 156, Nr. 40, ♀ ♂.

Samoa (Upolu; 3 ♀). Zwei Exemplare (♂ ♀) der Sammlung des kaiserlichen Museums tragen die Fundortsetikette »Tahiti« und stammen von der Novara-Expedition. Sie dürften die Belegstücke für den »*Odynerus bizonatus* Boisduval« des Novara-Werkes sein (Bearbeitung von Henri de Saussure).

25. Polistes praenotatus Kohl n. sp.

Salomo-Insel (5 ♀, 1 ♂).

Die Gruppe von Polistes-Arten, welcher unter anderen auch *P. marginalis* Fabr., *maculipennis* Sauss., *stigma* Fabr., *dubius* Sauss., *callimorpha* Sauss., *nigrifrons* Sm., *elegans* Sm., Bernardii Le Guill. und *papuanus* Schulz angehören, ist in Bezug auf Abgrenzung der Arten eine sehr verworrene. Aber ich glaube, daß bei einem großen Materiale von den verschiedenen Fundorten und darin entsprechender Vertretung von Männchen die Schwierigkeiten der Umgrenzung vielleicht nicht einmal so groß sind, wie es dermalen scheint. Die Unterschiede sind zu suchen in der Entwicklung der Schläfen (♂ ♀), im Abstandsverhältnis der Augen auf dem Scheitel und auf dem Clypeus, verglichen mit der Länge

von Geißelgliedern, der Skulptur des Thorax, der Beschaffenheit des Mittelsegmentes in Betreff einer Querstreifung und des Grades seiner mittleren Einsenkung [bei *P. dubius* Sauss. von Manila (!) zum Beispiel ist das Mittelsegment sanft konvex, fast ohne Spur einer mittleren Einsenkung; bei vorliegender Art dagegen ist es mitten der Länge nach tief eingesenkt), der Form der unteren Afterklappe und der Genitalien bei den Männchen. Die Färbung und Zeichnung mag erst an zweiter Stelle in Berücksichtigung gezogen werden.

Beim Weibchen beträgt der geringste Abstand auf dem Scheitel die Länge des 2. + 3. + $^1/_2$ des 4. Geißelgliedes, am Clypeus die des 2. + 3., beim Männchen auf dem Scheitel die des 2. + 3. auf dem Kopfschilde die des 2. + $^1/_3$ des 3. Bei *P. papuanus* Schulz ♂ ist der Scheitelabstand gleich der Länge des 1. + 2. + 3. Geißelgliedes oder gleich der des 2. + 3. + $^1/_3$ des 4., der Kopfschildabstand gleich der Länge des 1. + 2. oder 2. + $^1/_2$ des 3. Schläfen und in Übereinstimmung damit auch das Hinterhaupt sehr schmal, noch schmäler als bei *papuanus* ♂.

Punktierung des Thorax mäßig dicht, deutlich, nur vorne an der Epicnemialfläche des Mesothorax, an welcher die Vorderschenkel gleiten, fehlt jede Punktierung, an den Metapleuren so ziemlich ebenfalls.

Mittelsegment (♂♀) seiner Länge nach verhältnismäßig tief eingesenkt, die Querriefenstreifung (♂♀) scharf, weit kräftiger als bei *papuanus.*

Obere Afterklappe (♂) ziemlich breit. Ventralplatte ♂ schüsselförmig vertieft (Taf. III, Fig. 6); bei *papuanus* ♂ ist sie ähnlich gebildet, nur scheinen mir die die Vertiefung begleitenden Randwülste bei *papuanus* am Ende in abgerundete Ecken auszulaufen, die auch von der Seite her mehr auffallen als die mehr sanft verlaufenden Wülste von *P. praenotatus* ♂.

Länge 13 bis 17 *mm.*

Körper dreifarbig. Schwarz sind: der Kopf, zum Teile an den Schläfen, manchmal auch am Hinterkopf und auf dem Scheitel, mehr weniger der Thorax des Mittelsegments mit Ausnahme der gelben Längsbinden, das 1. Tergit mit Ausnahme der breiten, an den Seiten nicht oder wenig erweiterten Endbinde, die Basis der vier folgenden Ringe (in größerer oder geringerer Ausdehnung), das Endsegment beim ♀, die beiden Endsegmente beim ♂ (ob stets?) und mehr weniger auch die Hüften und Schenkelringe. Gelb sind: ganz oder zum Teile das Gesicht, die Vorderseite des Fühlerschaftes, der größere Teil des Pronotums, eine Vorderrandbinde des Schildchens (bei *papuanus* ist das ganze Schildchen gelb), das Metanotum, 1 oder 2 Makeln auf den Mittelbruststück-Seiten, 1 oder 2 Makeln auf den Metapleuren, 2 Längsbinden auf dem Mittelsegmentrücken, Endrandbinden auf dem 1., 2., 3., 4. und 5. Tergite und solche auf dem 2., 3., 4. (auch oft 5. und 6.) Sternite, und häufig auch Makeln auf den Hüften, wenigstens den vordersten.

Rostrot sind die Geißel, Teile des Gesichtes (♀) und des Scheitels, des Pronotum, Wische auf der Scheibe des Dorsulum, eine mitunter in 2 Makeln aufgelöste Mittelbinde des zweiten Tergits und die Beine bis auf die Hüften und Schenkelringe. Die Flügel sind ziemlich getrübt. Eine Apikalmakel ist nicht ausgeprägt, wenngleich die Radialzelle zum Teile noch stärker angedunkelt ist. Gestalt etwas schlanker als bei *papuanus.*

26. Polistes hebraeus Fabr.

Mant. Ins., I, 1787, p. 292, Nr. 58.

Samoa (Upolu; 9 ☿, 22♂).

Perkins schreibt in Entomol. Monthly Magaz. Sec. ser., Vol. XII (Vol. XXXVII), 1901, p. 264), daß unter dem Namen *P. hebraeus* zwei gemeine Arten vermengt werden, von denen die eine hell (gelb), die andere dunkel (rötlich bis braun) ist und daß sich die hellere Form im männlichen Geschlechte durch längere (mehr als zweimal so lang als breit) und am Ende etwas erweiterte Dornfortsätze des letzten (7.) Sternits von der dunkeln unterscheide. Bei dieser sind die Fortsätze kürzer und am Ende nicht verbreitert (Taf. III, Fig. 1 und 2). Zu diesem Unterschiede treten aber auch noch andere. Die Clypeusscheibe ist bei der dunkeln Art (♂) stärker eingesenkt, weswegen die Randwülste kräftiger

erscheinen; bei der lichten Art durchzieht den Clypeus in der Mitte der ganzen Länge nach ein unscheinbarer Wulststreifen; auch die Fühler sind schlanker (Taf. III, Fig. 7 und 10), am besten am 2. Geißelgliede und am Endgliede wahrnehmbar. Dieses ist etwas mehr als doppelt so lang wie an der Basis breit (von der abgeplatteten Seite aus besehen), bei der lichten Form kaum doppelt so lang; auch verjüngt es sich bei dieser mehr. Die Punktierung der Stirne und auch des Thorax ist bei der dunkeln Art kräftiger und dichter, übrigens auch wegen der schwarzen Farbe des Integuments (Stirnbinde) deutlicher.

Wenn Fabricius (l. c.) sagt: »P. flava, thorace trilineato«, so kann wohl kein Zweifel obwalten, daß er zur Beschreibung von *P. hebraeus* die lichte Art vor sich gehabt hat. Dieser muß selbstverständlich der Namen verbleiben. Bei Bingham (The fauna of British India, Hymen., Vol. I, 1897, p. 398, Nr. 694) erscheinen ebenso wie bei Saussure (Monographie des guêpes sociales, II. p. 54) unter der Bezeichnung »*Polistes hebraeus* Fabr.«, wie aus den Beschreibungen hervorgeht, beide Arten vermengt. Zur dunkeln Form gehört bei Saussure die Var. *B.* Auch Smith vermischt in Trans. Entom. Soc. London, 1873, p. 198, Nr. 2) beide Arten. Die übrigen Zitate, welche der Dalla Torre'sche Katalog in der Synonymenliste von »*P. hebraeus* F.« bringt, beziehen sich auf die hellfarbige Art des Fabricius. Da ich in der Literatur eine Bezeichnung für die dunkle, vorzüglich in Südchina vorkommende Art nicht auftreiben konnte nenne ich sie nach Perkins, welcher die Verschiedenheit von *hebraeus* zuerst erkannt hat, *Polistes Perkinsii* Kohl.

27. **Icaria** sp.?

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 2 ☿).

Die Bestimmung der Art war bei der großen Zahl ähnlicher und in der Literatur meist nicht genügend und überzeugend charakterisierten Formen nicht gut möglich.

Fam. **Formicidae.**

(Die Arten aus dieser Familie wurden vom bewährten Myrmekologen Dr. Gustav Mayr bestimmt.)

28. **Odontomachus haematodes** L.

Syst. nat., Ed. 10*a*. I, 1758, p. 582, Nr. 16, ☿.

Samoa, Insel Upolu. ☿, ♂.

29. **Monomorium floricola** Jerdon.

Madras Journ. of Litt. & Sc., XVII, 1851, p. 107.

Samoa, Insel Upolu. ☿, ♀.

30. **Monomorium pharaonis** L.

Syst. nat., Ed., 10*a*, I, 1758, p. 580, Nr. 7.

Samoa, Insel Upolu. ♀, ☿.

31. **Technomyrmex albipes** Sm.

Journ. of Proc. Linn. Soc. Zool., VI, 1861, p. 38, Nr. 9.

Samoa, Insel Upolu. ♀.

32. Plagiolepis longipes Jerdon.

Madras Journ. of Litt & Sc., XVII, 1851, p. 122, Nr. 35.

Upolu Samoa, (Apia; ☿, ♀).

33. Oecophylla smaragdina subsp. virescens Fabr.

Syst. entom., 1774, p. 392, Nr. 9, ☿.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; ♂ ♀).

34. Camponotus Novae Hollandiae Mayr.

Verhandl. Zool. bot. Ges. Wien, XX, 1870, p. 939, ♀ ♂.

Samoa, Insel Upolu. ♂, ♀, ☿.

35. Polyrhachis aurea Mayr.

Journ. Mus. Godeffroy, XII, 1876, p. 73, ♀.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; ☿).

Fam. Chrysididae.

36. Stilbum cyanurum Forst.

Insect. 1771, p. 89, Nr. 89.

Neupommern (Gazelle-Halbinsel; 1 ♂).

Fam. Ichneumonidae.

37. Paniscus samoanus Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 17 ♀, 24 ♂).

Die hinteren Nebenaugen reichen ganz an die Netzaugen heran. Stemmaticum schwärzlich. Der geringste Abstand der Netzaugen voneinander am vorderen Nebenauge ist beim ♀ fast nur halb so groß als deren Abstand an der Kopfschildbasis. Beim ♂ ist das Gesicht im ganzen etwas schmäler und berührt das vordere Nebenauge nahezu die Netzaugen. Die Pronotumseiten sind in der Hohlkehle zart runzelstreifig, sonst sehr subtil und dicht punktiert. Dorsulum sehr dicht und fein punktiert. Epicnemialfläche scharf gerandet, sehr fein und dicht punktiert. Die Mittelbruststück-Seiten sind sehr dicht und fein gedrängt punktiert, infolge der gedrängten Punktierung auch matt, fast glanzlos. Die Metapleuren sind sehr fein runzelig punktiert, ähnlich wie die Mesopleuren. Mittelsegment sehr fein punktiert und quer runzelig, manchmal tritt eine subtile Querrunzelstreifung, die nicht scharf ausgesprochen ist, heraus. Der hintere Teil des Mittelsegmentes mit deutlichen Cristulis.

Gelbrot. Flügel leicht getrübt. Verhältnisse des Geäders: Taf. III, Fig. 17 und 20. Geäder schwarzbraun; Stigma gelbbraun. Auf dem ersten Tergite liegen die Luftlöcher an dem Basaldrittel.

Länge 15 bis 17 *mm*.

38. **Ophion (Henicospilus) nocturnus** Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 1 ♀).

Kopf hinter den Augen schmal. Stemmaticum nicht geschwärzt. Die hinteren Nebenaugen reichen an die Netzaugen heran. Der geringste Abstand der Netzaugen am vorderen Nebenauge ist nur ganz wenig kleiner als der am Kopfschilde. Dieser erscheint ungefähr so lang als mitten breit, von der Stirne ist er nur unmerklich abgesetzt. Pronotumseiten in der Rinne gestreift. Epicnemialfläche punktiert, scharf gerandet. Die Mittelbrust-Stückseiten sind an der oberen Hälfte punktiert und an der unteren fein runzelstreifig und punktiert. Runzelstreifig ist auch die Hinterhälfte der Metapleuren; die scharf gerandete Basalzone des Mittelsegmentes ist glatt, das übrige Mittelsegment deutlich-, ziemlich grob unregelmäßig gerunzelt mit einer Neigung zur Längsstreifenbildung.

Gelbrot. Kopf hinter den Augen gelb. 6., 7. und 8. Tergit schwarz. Flügel leicht getrübt mit zwei Chitinflecken, von denen der zweite apikaler liegende, kleine, ovale etwa um die Länge der Cubitalquerader vom basalen absteht (Taf. III, Fig. 4). Geäder braun.

Schlank. Länge 15 *mm.*

39. **Ophion (Henicospilus) expeditus** Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 1 ♂).

Kopf hinter den Augen schmal. Stemmaticum nicht geschwärzt. Die hinteren Nebenaugen reichen an die Netzaugen heran. Der geringste Abstand der Netzaugen am vorderen Nebenauge ist ebenso groß wie der am Kopfschilde. Dieser ist von der Stirne durch keine Quervertiefung abgesetzt und wie bei *samoanus* wenig breiter als lang. Pronotumseiten zart runzelstreifig und punktiert. Epicnemium scharf kielrandig, punktiert. Mittelbruststück-Seiten dicht und fein punktiert, zwischen den Punkten zeigen sich da und dort auch Runzeln. Basalzone des Mittelsegmentes glatt und wie bei den meisten Arten der Gattung von dem übrigen Mittelsegmentteile durch eine Querkante getrennt. Dieser ist deutlich gerunzelt ohne regelmäßige Streifenbildung. Die hintere Partie der Metapleuren ist dicht punktiert und zeigt auch zarte Runzelstreifen; ihre Skulptur hebt sich von der viel derberen Runzelung des angrenzenden Mittelsegmentes deutlich ab.

Gelbrot. Kopf hinter den Augen gelb. Flügel (Taf. III, Fig. 5) leicht getrübt mit zwei Chitinflecken, von denen der zweite dem Apicalrande nähere vom basalen weit entfernt ist; dieser ist undeutlich in zwei Makelchen aufgelöst (ob stets?). Geäder braun.

Gestalt des *H. ramidulus* Grav. Länge 18 *mm.*

40. **Ophion (Henicospilus) samoanus** Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 1 ♀).

Kopf hinter den Augen schmal. Stemmaticum schwarz. Die Nebenaugen sind groß; die hinteren berühren die Netzaugen. Der geringste Abstand der Netzaugen beim vorderen Nebenauge ist verhältnismäßig klein und ungefähr gleich groß wie beim Kopfschild. Dieser ist nur ganz wenig breiter als lang. Pronotumseiten fein runzelstreifig. Epicnemium scharf kielrandig, fein gerunzelt und punktiert. Die Mittelbruststück-Seiten sind zart längsrunzelstreifig. Basalzone des Mittelsegmentes glatt, hinten scharfrandig. Der Mittelsegmentteil hinter dem Querkielrand bogig runzelstreifig. Diese Runzelstreifen sind kräftiger, derber als auf den Mesothoraxseiten. Der hintere Teil der Metapleuren zart runzelstreifig.

Gelbrot. Fühler und Hinterschenkel braun. Auch die Tergite zeigen Neigung, sich zu bräunen. Flügel schwach getrübt. Geäder braun. Vorderflügel mit einem Chitinflecke (Taf. III, Fig. 9).

Gestalt schlank, schlanker als bei *H. ramidulus* Grav. Länge 17 bis 18 *mm.*

41. Ophion (Henicospilus) Rechingeri Kohl n. sp.

Samoa (Upolu; 1 Ex.).

Kopf hinter den Augen schmal. Stemmaticum nicht geschwärzt, von gelblicher bis rostgelber Färbung. Die hinteren Nebenaugen berühren die Netzaugen; das vordere Nebenauge bleibt in einem Abstande von ihnen, welcher ungefähr der Dicke der Fühlergeißel (in der Mitte) gleichkommt.

Gesicht am Kopfschild ein wenig breiter als bei dem vorderen Nebenauge. Das Dorsulum ist unpunktiert, wenn man die Ansatzstellen der kurzen, nach hinten gerichteten Härchen nicht etwa als solche ansehen will. Die Seiten des Pronotum sind dicht runzelstreifig. Das Epicnemium ist durch eine scharfe Kante gerandet. Die Seiten des Mittelbruststückes sind dicht punktiert und fast wie nadelrissig längsrunzelstreifig. An der Grenze der Metapleuren zeigt sich eine deutlich gekerbte Furche.

Die Hinterhälfte des scharf gerandeten Schildchens ist grob längsrunzelstreifig.

Die Basalzone des Mittelsegmentes ist hinten durch einen scharfen Kielrand abgesetzt, vorwiegend glatt und nur in ihrem vom Hinterschildchen abfallenden Teile längsrunzelstreifig. Der übrige Teil des Mittelsegmentes ist grob und zerknittert runzelstreifig. Grobrunzelig ist auch der an das Mittelsegment angrenzende Teil der Metapleuren, während der vordere Teil derselben fein skulpturiert ist.

Rostrot. Kopf mit einer Neigung, in Gelb überzugehen. Fühler in ihrer Gänze schwarz. Schwarz (braunschwarz) sind auch Tergit 3 bis 8. Flügel etwas getrübt. Geäder schwarz. Scheibe mit zwei Chitinflecken (Taf. III, Fig. 3).

Länge 25 *mm*.

42. Evania appendigaster L.

Syst. nat., Ed. 10*a*, I, 1758, p. 516, Nr. 50.

Samoa (Upolu; 6 ♀, 4 ♂).

Fam. Chalcididae.

43. Leucaspis nigerrima Kohl n. sp.

Salomo-Insel (Bougainville; 1 ♂).

Eine schöne stattliche Art, ziemlich schlank.

Ganz schwarz, auch die Behaarung des Körpers, ohne Zeichnung. Die Behaarung der Netzaugen ist weißlich. Flügel dunkelbraun mit stahlblauem und violettem Glanze.

Der geringste Abstand der Netzaugen beträgt auf dem Scheitel ungefähr die Länge der fünf basalen Geißelglieder; auf dem Kopfschilde ist er ein wenig geringer. Die Wangen sind wohlausgebildet, etwa so lang als die beiden Grundglieder der Fühlergeißel. Bei der Augenausrandung, die an der oberen Stirne deutlich sichtbar ist, erscheint die Stirne deutlich aufgequollen, mehr als etwa bei *L. guzeratensis*, Fühler (Taf. III, Fig. 22).

Das Pronotum zeigt auf seiner Scheibe zwei Querkanten, von denen die vordere vom Vorderrande doppelt so weit absteht als die hintere vom Hinterrande. Vor der Vorderquerkante fällt das Pronotum zu seinem Vorderrande in schiefer Ebene ab.

Die hohlkehlenartigen Epicnemialflächen des Mesothorax, an welche sich die Vorder- und Mittelschenkel anlegen, sind glatt und glänzend. Das Schildchen ist leicht polsterartig gewölbt. Das Hinterschildchen tritt nicht wie bei vielen anderen Arten (*L. dorsigera* Fabr.) lamellenartig nach hinten heraus; es ist ähnlich wie bei *guzeratensis* gebildet. Das Mittelsegment zeigt drei Kiele, deren zwei äußere nach hinten konvergieren und ein Trapez bilden, welches vom Mittelkiele der ganzen Länge nach halbiert wird

(Taf. III, Fig. 21). Das erste Tergit ist länger als breit. Von oben gesehen verschmälert sich der Abdominalringekomplex ungefähr von der Mitte an nach hinten; er zeigt in seiner Hinterhälfte eine mittlere, nicht sehr auffällige glatte Kiellinie. Die Sternite sind stellenweise glatt und glänzend.

Die Metapleuren zeigen eine scharfe Längskante, welche sich von dem Ansatze der Hinterflügel bis zur Basis der Hinterhüften zieht. Form der Hinterbeine: Taf. III, Fig. 13. Die ovalen, verdickten Hinterschenkel führen an der Unterkante vier größere Zähne vorne und vier kleinere hinten. Die Fläche der Hinterhüfte, der sich der Hinterschenkel anlegt, ist glatt glänzend und zeigt nur gegen die Außenkante hin Punkte in sehr mäßig dichter Anordnung. An die genannte Fläche stößt noch eine schmale glatte und glänzende Hinterfläche. Die Punktierung des Wespchens ist im ganzen eine kräftige; auf dem Scheitel ist sie gedrängt, auf dem Pronotum sehr dicht, mit bescheiden ausgesprochener Querrunzelung dazwischen. Die Punktierung der Vorderhälfte des Mesonotum ist feiner; nach hinten wird sie viel gröber; auf dem Schildchen ist sie ebenso derb und auf dessen Scheibe nicht gedrängt, wenn auch noch dicht zu nennen. Mittelsegmenttrapez gedrängt runzelig punktiert. Hinterleib oben dicht-, aber nicht gedrängt, deutlich gestochen punktiert; gegen die Seiten zu und nach hinten wird die Punktierung eine gedrängte.

Die Vorderseite der Hinterhüften ist dicht-, aber nicht gedrängt punktiert. Die Hinterschenkel sind außen mäßig dicht punktiert; die Punkte sind feiner als auf dem Abdomen.

Länge 13 *mm*.



Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. *Ganoderma subrugosum* Pat. et Boud.

» 2. » » » » »

» 3. » » (Querschnitt).

» 4. » *australe* Fr.

» 5. » « (von unten).

» 6. » *nitens* Fr. (von unten).

» 7. » » » (von oben).



P. Demelius pinx. Lith u Druck A. Berger, Wien, VIII 2.



Tafel II.

Tafel II.

Fig. 1. *Sticta Reineckeana* Müll.-Arg. (Habitusbild, 1/1).

Fig. 2. *Sticta demutabilis* f. *laevis* Krph. (Habitusbild, 1/1).

Fig. 3. *Sticta pedunculata* Krph. (Habitusbild, 1/1).

Fig. 4. *Sticta samoana* Müll.-Arg. (Habitusbild, 1/1).

Fig. 5. *Sticta semilanata* (Müll.-Arg.) A. Zahlbr. (Habitusbild, 1/1).

Fig. 6. *Parmelia samoënsis* A. Zahlbr. (Habitusbild, 1/1).


1
2
2
3
4
4
5
6



Tafel III.

Tafel III.

Fig. 1. Untere Afterklappe von *Polistes Perkinsii* Kohl, ♂.

» 2. » » » » *hebraeus* Fabr., ♂.

» 3. Vorderflügelstück von *Henicospilus Rechingeri* Kohl.

» 4. » » » *nocturnus* Kohl.

» 5. » » » *expeditus* Kohl.

» 6. Untere Afterklappe von *Polistes praenotatus* Kohl, ♂.

» 7. Fühler von *Polistes Perkinsii* Kohl, ♂.

» 8. Hinterbeinstück von *Halictus perpessicius* Kohl, ♀.

» 9. Vorderflügelstück von *Henicospilus samoanus* Kohl.

» 10. Fühler von *Polistes hebraeus* Fabr., ♂.

» 11. Endglieder der Fühler von *Polistes hebraeus* Fabr., ♂.

» 12. Schläfenansicht von *Halictus extraordinarius* Kohl, ♀.

» 13. Hinterbein von *Leucaspis nigerrima* Kohl, ♂.

» 14. Schläfenansicht von *Halictus perpessicius* Kohl, ♀.

» 15. Fühlerschaft von *Halictus extraordinarius* Kohl, ♀.

» 16. Fühler von *Nomada psilocera* Kohl, ♀.

» 17. Vorderflügelstück von *Paniscus samoanus* Kohl.

» 18. Kopfansicht von *Halictus perpessicius* Kohl, ♀.

» 19. » » » *extraordinarius* Kohl, ♀.

» 20. Hinterflügel von *Paniscus samoanus* Kohl.

» 21. Mittelsegmentansicht von *Leucaspis nigerrima* Kohl, ♂.

» 22. Fühler von *Leucaspis nigerrima* Kohl, ♂.

J. Fleischmann, lith.

Druck A. Berger, Wien VIII 2

ÜBER DIE WAHRSCHEINLICHE BAHNFORM UND DEN URSPRUNG DER KOMETEN

VON

C. HILLEBRAND.

Mit 4 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 20. JUNI 1907.

Die Tatsache, daß die überwiegende Mehrzahl der Kometen Bahnen von ausgesprochen parabolischen Charakter beschreibt, fordert naturgemäß die Frage heraus, wie dieselbe in Hinblick auf den Ursprung der Kometen zu interpretieren sei, und das um so mehr, als diese Bahnform als charakteristisch für sämtliche Kometen angenommen werden kann, da ja höchstwahrscheinlich auch die Bahnen der kurzperiodischen Kometen nur durch Planetenstörungen verursachte Umformungen von Bahnen sind, die ursprünglich denselben Charakter hatten.

Für die Beurteilung dieser auffallenden Erscheinung ist der Umstand von wesentlicher Bedeutung, daß im allgemeinen Kometen nur in beträchtlicher Nähe der Sonne der Beobachtung zugänglich sind, das heißt, daß nur Kometen mit kleiner Periheldistanz überhaupt und auch diese nur in der Umgebung des Perihels selbst sichtbar sind. Dadurch wird einerseits das Beobachtungsmaterial von vornherein auf eine bestimmte Gruppe von Kometen beschränkt, andrerseits die Sicherheit desselben in einer ganz bestimmten Weise beeinflußt. Da nämlich der parabolische Charakter einer Kometenbahn nichts anderes besagt, als daß das relativ kurze Perihelstück durch parabolische Elemente vollständig befriedigend dargestellt wird und daß durch eine Variation der Exzentrizität diese Darstellung keine Verbesserung erfährt, so folgt aus diesem letzteren Umstand, daß die Abweichung der Bahn von der strengen Parabel in nicht allzu engen Grenzen zu liegen braucht, ohne merkliche Änderungen in dem sichtbaren Teil der Bahn zu bedingen. So würde es bei der Annahme von elliptischen Bahnformen durchaus keiner übermäßig großen Apheldistanz bedürfen, um die typische Form der Perihelstücke resultieren zu lassen, jedenfalls keine, die auf einen interstellaren Ursprung hinweisen würde.

In der Tat besteht darin auch eine ganz ungezwungene Erklärung der fraglichen Erscheinung: Nimmt man für die Apheldistanzen Größen an, die etwa mit der zehnfachen Neptundistanz verglichen werden können, die also gegenüber den Entfernungen der nächsten Fixsterne noch als verschwindend klein anzusehen sind, so werden sich unter Berücksichtigung der genannten Sichtbarkeitsbedingungen bereits Bahnstücke von ausgesprochen parabolischem Charakter ergeben. Die Zugehörigkeit der Kometen zu unserem Sonnensystem ist demnach von diesem Gesichtspunkt aus eine durchaus annehmbare Hypothese.

Nichtsdestoweniger ist man aber dabei nicht stehen geblieben, und zwar hauptsächlich deshalb, weil das ganz regellose Vorkommen aller möglichen Bahnlagen, die in gar keiner Beziehung zu den Bewegungsverhältnissen im Sonnensystem zu stehen scheinen — im Gegensatz zu den planetarischen Bewegungen — wieder eher auf einen interstellaren Ursprung hinweist. Nimmt man aber letzteres an, so muß die weitaus überwiegende Mehrheit der Kometen, die in die Attraktionssphäre der Sonne gelangen, Bahnen von ausgesprochen hyperbolischem Charakter beschreiben. Das geht unmittelbar aus dem weiter unten angezogenen Prinzip der Erhaltung der kinetischen Energie hervor. Was aber nicht so unmittelbar zu beantworten ist, das ist die Frage, ob dasselbe Verhältnis auch besteht bezüglich der Bahnen, die die Sichtbarkeitsbedingung, das heißt: die Bedingung der kleinen Periheldistanz erfüllen. Würde sich etwa herausstellen, daß innerhalb dieser Gruppe von Kometen die Wahrscheinlichkeit von Bahnen parabolischen Charakters in einem Maße überwiegt, das über einer bestimmten Grenze liegt, so würde der interstellare Ursprung nicht nur als möglich, sondern wegen der erwähnten regellosen Verteilung der Lagen der Bahnebenen sogar als sehr wahrscheinlich erwiesen sein.

Es handelt sich also schließlich darum — unter Zugrundelegung irgend eines plausiblen Gesetzes über das Vorkommen der interstellaren Geschwindigkeiten — von jenen Bahnen, deren Periheldistanz unter einer gewissen Grenze liegt, das Verhältnis der Zahl der merklich parabolischen zu der der ausgesprochen hyperbolischen Bahnen zu ermitteln.

Die Behandlung dieses Problems hat insofern eine merkwürdige Wandlung durchgemacht, als die Bearbeiter desselben abwechselnd zu entgegengesetzten Resultaten gelangt sind.

Der erste, der sich mit dieser Frage beschäftigte, war Laplace (Sur les Comètes, Connaissance des temps 1816 — Oeuvres compl. 1904, t. XIII, p. 88). Er kommt unter der Voraussetzung, daß sämtliche Geschwindigkeiten der Größe und Richtung nach gleich wahrscheinlich sind, zu dem Schlusse, daß die sichtbaren Bahnen parabolischen Charakters die ausgesprochen hyperbolischen der Zahl nach bei weitem übertreffen müßten. Schiaparelli hat nun bezüglich dieser Laplace'schen Untersuchung aufmerksam gemacht, daß bei derselben ein Entwicklungsfehler unterlaufen ist, dessen Rektifizierung — unter Beibehaltung der dortigen Annahmen — das entgegengesetzte Resultat zur Folge hat (siehe Schiaparelli, Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen, Note VII). Demgemäß würde man also den Ursprung der Kometen in den Bereich unseres Sonnensystems zu verlegen haben. v. Seeliger bemerkt nun zu dieser Frage (Über die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von hyperbolischen Kometenbahnen, Astronomische Nachrichten Nr. 2968), daß die Annahme der gleichen Wahrscheinlichkeit der Geschwindigkeiten bis zu Größen, die über alle beliebigen Grenzen hinausliegen, doch kaum ein richtiges Bild der tatsächlichen Verhältnisse geben kann. Seeliger's Analyse führt zu dem bemerkenswerten Ergebnisse, daß unter Voraussetzung gewisser endlicher Geschwindigkeitsgrenzen, selbst wenn sie weit über die erfahrungsgemäßen Maxima der kosmischen Geschwindigkeiten hinausgehen, wieder das ursprüngliche Laplace'sche Resultat erhalten wird: das starke Überwiegen der merklich parabolischen Bahnen. (Es hat nachträglich Schiaparelli darauf aufmerksam gemacht, daß schon von Gauß Bemerkungen desselben Inhaltes gemacht wurden.)

Aber auch dieses Ergebnis bleibt nicht bestehen, wenn man einen Umstand in Rechnung zieht, den die bisher erwähnten Untersuchungen unberücksichtigt lassen: die Eigenbewegung des Sonnensystems. Da das angenommene Verteilungsgesetz nun nicht mehr für die relativen Geschwindigkeiten gelten kann, wodurch a priori schon ein Zusammenhang mit dem Sonnensystem statuiert würde, sondern für die interstellaren, so werden für die ersteren wesentlich geänderte Verhältnisse auftreten können. Über das Graduelle dieser Änderung entscheidet die Größenordnung der Sonnengeschwindigkeit in Bezug auf jenen Raum, für welchen das Verteilungsgesetz gilt. Da man nun diese Geschwindigkeit beträchtlich größer annehmen muß als jene Grenze der relativen Geschwindigkeiten, bei welcher die ausgesprochen hyperbolischen Bahnen beginnen, so brauchen, wie aus den folgenden Überlegungen unmittelbar hervorgeht, die bisherigen Betrachtungen keine erste Näherung zu bedeuten, ja es werden tatsächlich durch diesen Umstand die Resultate abermals in das Gegenteil verkehrt.

Auch mit dieser Seite der Frage hat sich bereits Schiaparelli beschäftigt, ohne aber über eine einleitende geometrische Betrachtung hinauszugehen (siehe Schiaparelli l. c.). In einer später veröffentlichten Notiz (Bulletin astron., t. VII, p. 285) gibt Schiaparelli in aller Kürze nur die Konsequenzen der Eigenbewegung des Sonnensystems an, an deren Spitze angeführt wird, daß unter diesen Umständen wieder die hyperbolischen Bahnen dominieren müßten, und zwar umso mehr, je größer diese Eigenbewegung angenommen wird.

Eine eingehende Behandlung unter Rücksichtnahme auf die Sonnenbewegung hat diese Frage erst durch M. L. Fabry erfahren in seiner ausführlichen und gründlich angelegten Arbeit: Étude sur la probabilité des comètes hyperboliques et l'origine des comètes, Marseille 1893, in welcher die von Schiaparelli angekündigten Konsequenzen ihre vollinhaltliche, auf analytischen Grundlagen basierende Bestätigung finden. Sie enthält, abgesehen von einer eingehenden Darstellung des historischen Entwicklungsganges, die Behandlung eines ganzen Komplexes von Fragen, die mit dem Hauptproblem in Zusammhang stehen. Was dieses selbst anbetrifft: Die Ermittlung des Verhältnisses der Zahl jener sichtbaren Bahnen, die von einem gegebenen Punkt ausgehen und parabolischen oder hyperbolischen Charakter besitzen, so wird dasselbe mit gewissen den Kalkül erleichternden und in der Natur der Sache begründeten Vereinfachungen durchgeführt, und zwar direkt zur Bestimmung des Verhältnisses der Gesamtzahlen, das heißt, jener Zahlen, die sämtlichen Eintrittspunkten in die Wirkungssphäre der Sonne entsprechen.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Resultate können wohl dem Wesen nach als vollkommen zutreffend bezeichnet werden. Wenn nun in der vorliegenden Untersuchung auch auf diese Frage wieder zurückgegangen wird, so geschieht dies deshalb, da hiebei gezeigt werden soll, daß sich diese Seite des Problems einer strengeren Analyse unterziehen läßt, welche insbesondere die Möglichkeit bietet, die Abhängigkeit der fraglichen Zahlenverhältnisse von der Lage zum Apex der Sonnenbewegung in schärferer Weise zum Ausdruck zu bringen und damit eine nicht unwesentliche Ergänzung in der Entwicklung der hier maßgebenden Konsequenzen darzulegen. Andrerseits soll aber hier die diese Untersuchungen ergänzende Frage behandelt werden, wie es denn mit der Möglichkeit, respektive Wahrscheinlichkeit steht, den elliptischen Charakter von Bahnen zu erkennen, deren Apheldistanz wohl die der sicher als elliptisch erkannten Bahnen übertrifft, aber noch immer sehr klein im Verhältnis zu den Entfernungen der nächsten Fixsterne ist.

Der Vollständigkeit halber seien im ersten Punkte die bekannten grundlegenden Beziehungen wiedergegeben.

I.

Wenn man einer Masse, die unter der alleinigen Wirkung der Attraktion der Sonne steht, in der Distanz r von dieser eine relative Geschwindigkeit g erteilt, welche mit dem Radiusvektor den Winkel φ einschließt, so sind die halbe große Achse a und die Exzentrizität ε des Kegelschnitts, den die Masse um die Sonne beschreiben wird, gegeben durch

$$g^2 = \frac{2}{r} - \frac{1}{a}, \quad r^2 g^2 \sin^2\varphi = a\,(1-\varepsilon^2).$$

Dabei wird außer den gewöhnlichen astronomischen Einheiten als Zeiteinheit der Betrag von $58 \cdot 1325\ldots$ mittleren Sonnentagen gewählt, das heißt die Zeit, in der die Erde in ihrer mittleren Geschwindigkeit die Längeneinheit zurücklegen würde, so daß diese Geschwindigkeit als Einheit angenommen ist.

Führt man die Periheldistanz $q = a\,(1-\varepsilon)$ ein, so folgt nach einigen leichten Umformungen aus den beiden Gleichungen

$$\cos^2\varphi = \left(1 - \frac{\dfrac{2q}{r(r+q)}}{g^2}\right) : \left(1 - \frac{q^2}{r^2}\right)$$

ein Resultat, dem folgendes zu entnehmen ist:

In einer gegebenen Distanz r von der Sonne gehört zu jeder Richtung φ eine ganz bestimmte relative Geschwindigkeit g, wenn der resultierende Kegelschnitt eine vorgelegte Periheldistanz q haben soll; den geometrischen Ort sämtlicher einem bestimmten q zugehöriger Geschwindigkeitsendpunkte erhält man durch die Substitution von

$$\xi = g\cos\varphi \qquad \eta = g\sin\varphi$$

in die letzte Gleichung, wodurch diese die Form annimmt

$$\frac{\xi^2}{\dfrac{2q}{r(r+q)}} - \frac{\eta^2}{\dfrac{2(r-q)}{rq}} = 1$$

das ist die Gleichung einer Hyperbel. Da nun um die Richtung r die Verhältnisse symmetrisch liegen, so ist der Ort der Endpunkte sämtlicher Geschwindigkeiten, aus welchen dieselbe Periheldistanz q resultiert, ein einmantliges Rotationshyperboloid, dessen halbe Querachse

$$= \sqrt{\frac{2q}{r(r+q)}}$$

ist, dessen imaginäre Achse (die Achse der Rotation) den absoluten Betrag

$$2\sqrt{\frac{2(r-q)}{rq}}$$

hat und nach der Sonne gerichtet ist.

Bezeichnet man mit 2α den Öffnungswinkel des Asymptotenkegels, so ist

$$\sin\alpha = \frac{q}{r}$$

Daraus folgt unmittelbar, daß zu einer kleineren Periheldistanz eine kleinere Querachse und ein kleinerer Öffnungswinkel gehört, das heißt aber nichts anderes, als daß die Geschwindigkeiten, welche kleineren Periheldistanzen entsprechen, innerhalb dieses der Größe q entsprechenden Hyperboloides liegen müssen. Versteht man nun unter q jene Periheldistanz, die der erfahrungsmäßigen Grenze der Sichtbarkeit entspricht, so bedeuten sämtliche innerhalb des so definierten Rotationshyperboloides fallenden Geschwindigkeitspunkte die Gesamtheit der von jenem Orte ausgehenden sichtbaren Bahnen. Es wird sich nun darum handeln, die Relativzahlen der Bahnen verschiedenen Charakters innerhalb dieses hyperbolischen Raumes zu ermitteln. Setzt man die halbe Querachse

$$\sqrt{\frac{2q}{r(r+q)}} = g_0,$$

so wird jede Geschwindigkeit $g \leqq g_0$ die Sichtbarkeitsbedingung erfüllen; man kann also bei der Ermittlung der Häufigkeitszahlen über sämtliche Richtungen summieren; für Geschwindigkeiten $g > g_0$ wird aber die Maximalabweichung φ von der Richtung r durch die Hyperbelgleichung gegeben, aus welcher wie oben folgt

$$\cos^2\varphi = \left(1 - \frac{g_0^2}{g^2}\right) : \left(1 - \frac{q^2}{r^2}\right)$$

wodurch die Grenzen für die Summierungen für $g > g_0$ definiert sind.

Es wird hier, um überflüssige Weitläufigkeiten zu vermeiden, am Platze sein, die Größenordnung der in Frage kommenden Quantitäten festzustellen.

Unter r hat man sich den Radius der Wirkungssphäre der Sonne zu denken. Da die kleinste bekannte Fixsterndistanz etwa 275000 Erdbahnhalbmesser beträgt, so wird die Größenordnung von r durch die Zahl 100000 repräsentiert werden können. Man kann weiter nach den erfahrungsmäßigen Sichtbarkeitsbedingungen der Kometen für die Maximal-Periheldistanz q eine Zahl zwischen 2 und 3 annehmen, so daß

$$g_0 = \frac{2 \cdot \ldots}{r}$$

das heißt: einige Einheiten der fünften Stelle betragen wird oder, wenn man in naher Übereinstimmung mit der obigen Bezeichnung $\frac{q}{r} = \alpha$ setzt, daß g_0 von der Ordnung α ist.

Die der Distanz r entsprechende parabolische Geschwindigkeit $g' = \sqrt{\frac{2}{r}}$ ist demgemäß beträchtlich größer als g_0, von der Ordnung $\sqrt{\alpha}$ und steht mit g_0 in der Relation

$$g_0 = g' \sqrt{\frac{q}{r+q}}.$$

Nun wird aber bei der vorliegenden Untersuchung nicht diese Geschwindigkeit als Grenzbetrag eine Rolle spielen, sondern jene, bei welcher das zugehörige hyperbolische Perihelstück der Bahn in merklicher Weise vom parabolischen abzuweichen beginnt. Das wird nun eine Geschwindigkeit sein, die bedeutend größer sein kann als g'. Eine Festsetzung über diese Grenzgeschwindigkeit g_1 der merklich parabolischen Bahnen zu treffen ist ohne eine gewisse Willkürlichkeit nicht möglich, weil die Genauigkeit der Bestimmung der Elemente, respektive die Empfindlichkeit der scheinbaren Bahn gegen die Variation der Elemente unter anderem auch von der geozentrischen Distanz abhängt und für letztere ja a priori kein Grenzbetrag angebbar ist. Laplace nimmt an, daß eine Hyperbel, deren reelle Halbachse nicht unter 100 liegt, noch als merklich parabolisch angesehen werden kann. Das würde für die sichtbaren Bahnen Exzentrizitäten bis zu 1·02 etwa bedeuten und für große Distanzen r eine relative Geschwindigkeit $g_1 = 0 \cdot 1$, so daß die Größenordnung von g_1 durch eine Zahl zwischen $\sqrt[4]{\alpha}$ und $\sqrt[5]{\alpha}$ bestimmt erscheint.

Bei der wichtigen Rolle, die diesem Grenzbetrag g_1 in der vorliegenden Frage zukommt, scheint es mir doch geboten, etwas näher auf die Bestimmung der Grenzen, innerhalb welcher Exzentrizitätsänderungen unkonstatierbar sind, einzugehen. Das einzig Richtige wäre natürlich, die bisher bestimmten Kometenbahnen daraufhin zu untersuchen. Nun wird es immerhin möglich sein, auch mit Umgehung einer derartigen weitläufigen Untersuchung diese Grenzen für einen gewissen Bereich von Beobachtungsverhältnissen anzugeben, der eine solche Wahrscheinlichkeit besitzt, daß man außerhalb liegende Fälle als Ausnahmen betrachten kann, durch welche das Gesamtresultat nicht mehr beeinflußt wird.

Es soll zu diesem Behufe zunächst untersucht werden, welche Wahrscheinlichkeit einer gegebenen Annäherung eines Kometen an die Erde zukommt.

2.

Da bei der angegebenen Aufgabe eine völlig strenge Behandlung selbstverständlich überflüssig wäre, auch zu sehr weitläufigen Operationen führen würde, so soll zunächst die Erdbahn als kreisförmig, die Kometenbahn als parabolisch vorausgesetzt werden, ferner zur weiteren Vereinfachung angenommen werden, daß die Apsidenlinie der Kometenbahn in die Knotenlinie fällt, wodurch Verhältnisse statuiert werden, die bezüglich der Lage der Apsiden einer Annäherung am günstigsten sind, so daß den erhaltenen Wahrscheinlichkeiten die Bedeutung von oberen Grenzen zugesprochen werden kann.

Es seien v und r wahre Anomalie und Radiusvektor des Kometen, a der Radius der Erdbahn und φ der Winkelabstand der Erde vom Knoten, so ist bei dem Neigungswinkel i der beiden Bahnen die geozentrische Distanz ρ des Kometen gegeben durch $\rho^2 = r^2 + a^2 - 2ar\,(\cos v \cos\varphi + \sin v \sin\varphi \cos i)$.

Es handelt sich nun darum, festzustellen, unter welchen Umständen ρ unter einem gegebenen Betrag sinken kann.

Es soll zunächst angenommen werden, daß die Periheldistanz q der Kometenbahn größer als die Entfernung der Erde von der Sonne ist. In diesem Falle wird im Perihel der kürzeste Abstand der beiden Bahnen stattfinden und eine gegebene wenig von $q-a$ verschiedene Annäherung ρ in dessen Umgebung fallen. Man kann demnach hier kleine Werte von v und φ voraussetzen. Es wird nämlich die Größenordnung von v und φ durch $\frac{\rho}{a}$ bestimmt, allerdings in verschiedener Weise je nach der Größenordnung des Neigungswinkels i, so daß von letzterer die Art der Behandlung der Aufgabe abhängt. Da nämlich

$$\cos v \cos\varphi + \sin\varphi \sin v \cos i = 1 - 2\left[\cos^2\frac{i}{2}\sin^2\frac{v-\varphi}{2} + \sin^2\frac{i}{2}\sin^2\frac{v+\varphi}{2}\right]$$

ist, so kann

$$\rho^2 = (r-a)^2 + 4ar\left[\cos^2\frac{i}{2}\sin^2\frac{v-\varphi}{2} + \sin^2\frac{i}{2}\sin^2\frac{v+\varphi}{2}\right]$$

gesetzt werden, worin jedes Glied der rechten Seite dieselbe Größenordnung wie ρ haben muß. Da zunächst $r-a = q-a + a\,tg^2\frac{v}{2}$ diese Bedingung erfüllen soll, so ergibt sich außer dem selbstverständlichen Resultat, daß $q-a$ und ρ von der gleichen Ordnung sind, daß v mindestens die Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ haben muß. Ist nun i weder nahe an 0° noch an 180°, so daß weder $\sin\frac{i}{2}$ noch $\cos\frac{i}{2}$ kleine Beträge sind, so müssen $v-\varphi$ und $v+\varphi$ und daher die Winkel v und φ selbst tatsächlich von der Ordnung $\frac{\rho}{a}$ sein. Ist hingegen i nahe an Null, so daß $\sin^2\frac{i}{2}$ in derselben Art klein ist, so braucht nur $v-\varphi$ diese Bedingung zu erfüllen, das heißt: v und φ sind von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$, ihre Differenz aber von der Ordnung $\frac{\rho}{a}$. Dasselbe gilt bezüglich der Summe, wenn i nahe an 180° ist.

Es soll zunächst der erste Fall behandelt werden. Aus den für die Parabel geltenden Relationen

$$\operatorname{tg}\frac{v}{2} + \frac{1}{3}\operatorname{tg}^3\frac{v}{2} = \frac{kt}{\sqrt{2}\,q^{3/2}}, \qquad r = q\left(1 + \operatorname{tg}^2\frac{v}{2}\right),$$

wo t die seit der Perihelpassage verflossene Zeit bezeichnet, folgt, wenn

$$n = \frac{k\sqrt{2}}{q^{3/2}}$$

gesetzt wird:

$$v = nt\left(1 - \frac{1}{6}n^2t^2 + \ldots\right), \qquad r = q\left[1 + \frac{n^2}{4}t^2\left(1 - \frac{1}{6}n^2t^2 + \ldots\right)\right].$$

Da v und daher nt von der Ordnung $\frac{\rho}{a}$ sind, so kann, wenn man nicht über Größen zweiter Ordnung hinausgeht, $v = nt$ und $r = q + \frac{1}{4}q\,n^2t^2$ gesetzt werden.

Ist ferner m die tägliche siderische Bewegung der Erde, M die Anomalie zur Zeit der Perihelpassage des Kometen, so ist $\varphi = M + mt$, wo M und mt wieder Größen erster Ordnung sind. Die Substitution dieser Größen in ρ^2 ergibt bei Einhaltung der festgesetzten Genauigkeitsgrenze:

$$\rho^2 = a^2 + q^2 - 2aq \cos M + 2aq \sin M\,(m - n \cos i)\,t + aq\,(m^2 + n^2 - 2mn \cos i)\,t^2 +$$

$$+ \frac{1}{2}\,q\,(q-a)\,n^2 t^2.$$

Setzt man $\frac{q-a}{a} = \sigma$ und beachtet, daß dies eine Größe erster Ordnung ist, so erhält man weiter

$$\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 - \sin^2 M = 2 \sin M\,(m - n \cos i)\,t + (m^2 + n^2 - 2mn \cos i)\,t^2.$$

Soll nun bei einer vorgelegten parabolischen Bahn eine bestimmte Annäherung ρ tatsächlich eintreten, so muß diese Gleichung reelle Lösungen t haben, das heißt, es muß

$$\sin^2 M.(m - n \cos i)^2 + (m^2 + n^2 - 2mn \cos i)\left(\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 - \sin^2 M\right) \geqq 0 \text{ sein.}$$

Das bedeutet eine Bedingung, der die Größe M genügen muß. Es wird dadurch ein bestimmter Bereich der Erdbahn abgegrenzt, innerhalb welchem die Erde im Moment der Perihelpassage des Kometen stehen muß, damit die geforderte Annäherung ρ zu Stande kommt. Es sei Φ dieser Bereich — in Teilen des Radius ausgedrückt — dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß in einem gegebenen Momente die Erde innerhalb desselben steht $\frac{1}{2\pi}\Phi$, und das ist zugleich die Wahrscheinlichkeit, daß bei dieser parabolischen Bahn eine Annäherung ρ stattfindet. Eine Ausdehnung dieses Kalküls auf sämtliche i und sämtliche in Betracht kommenden Werte q wird dann die Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ überhaupt ergeben.

Die Grenzwerte für M erhält man, wenn man die obige Diskriminante gleich Null setzt, woraus

$$\sin^2 M_1 = \left(\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2\right) \cdot \frac{m^2 + n^2 - 2mn \cos i}{n^2 \sin^2 i}$$

folgt.

Der erwähnte Bereich wird demnach definiert durch $\pm M_1$, daher ist $\Phi = 2M_1$ und die Wahrscheinlichkeit w der Annäherung $= \frac{M_1}{\pi}$, oder, da man den Sinus mit dem Bogen vertauschen kann:

$$w = \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2} \cdot \frac{1}{n \sin i}\sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \cos i}.$$

Nun ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Pol der Kometenbahn die Länge Λ und die Breite i hat, $= \frac{1}{4\pi} \sin i\, di\, d\Lambda$, daher die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der Neigung i: $\frac{1}{2} \sin i\, di$. Es wird demnach die Wahrscheinlichkeit V der Annäherung ρ bei sämtlichen Bahnen einer gewissen Periheldistanz q, deren Neigungen zwischen i_1 und i_2 liegen

$$= \frac{1}{2}\int_{i_1}^{i_2} w \sin i\, di \text{ sein, oder}$$

$$V = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2}\int_{i_1}^{i_2}\sqrt{1 + \frac{m^2}{n^2} - 2\frac{m}{n} \cos i}\; di.$$

Das hier auftretende Integral ist ein elliptisches Integral zweiter Gattung, zu dessen Auswertung die bekannte Reihenentwicklung der Carnot'schen Formel herangezogen werden soll.

Es ist zunächst

$$m = \frac{k}{a^{3/2}}, \quad n = \frac{k\sqrt{2}}{q^{3/2}} = m \cdot \frac{\sqrt{2}}{(1+\sigma)^{3/2}}.$$

Setzt man

$$\frac{m}{n} = \mu, \text{ so ist } \mu = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(1 + \frac{3}{2}\sigma + \ldots\right).$$

Wenn

$$\sqrt{1+\mu^2-2\mu\cos i} = \left[(1-\mu e^{i\sqrt{-1}})(1-\mu e^{-i\sqrt{-1}})\right]^{1/2}$$

nach Potenzen der Exponentialfunktion entwickelt wird, so erhält man eine Cosinusreihe, deren Koeffizienten Potenzreihen nach μ sind. Die Konvergenz ist bei dem angegebenen Werte von μ allerdings keine starke, die Entwicklung genügt aber dem vorliegendem Zwecke vollkommen, bei dem es sich in letzter Linie ja doch nur um die Feststellung der Größenordnung der einzelnen Resultate handelt.

Es ist

$$\sqrt{1+\mu^2-2\mu\cos i} = B_0 - B_1\cos i - B_2\cos 2i - B_3\cos 3i - \ldots,$$

wo

$$B_0 = 1 + \left(\frac{\mu}{2}\right)^2 + \left(\frac{\mu^2}{8}\right)^2 + \left(\frac{\mu^3}{16}\right)^2 + \left(\frac{5\mu^4}{128}\right)^2 + \ldots$$

$$B_1 = \frac{\mu}{2} - \frac{1}{2.8}\mu^3 - \frac{1}{8.16}\mu^5 - \frac{1.5}{16.128}\mu^7 - \ldots$$

$$B_2 = \frac{1}{8}\mu^2 - \frac{1}{2.16}\mu^4 - \frac{1.5}{8.128}\mu^6 - \ldots$$

$$B_3 = \frac{1}{16}\mu^3 - \frac{1.5}{2.128}\mu^5 - \ldots$$

$$B_4 = \frac{5}{128}\mu^4 - \ldots \quad \text{u. s. w.}$$

Es ist also

$$V = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{\rho}{a}\sqrt{1-\frac{a^2}{\rho^2}\sigma^2}\int_{i_1}^{i_2}(B_0 - B_1\cos i - B_2\cos 2i - \ldots)\,di.$$

Was die Integrationsgrenzen betrifft, so sollen i_1 und i_2 Winkel sein, welche von 0, respektive π um Beträge von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ abweichen. Es sei i_1 ein derartiger Betrag, so wird

$$V = \frac{1}{2\pi}\,\frac{\rho}{a}\sqrt{1-\frac{a^2}{\rho^2}\sigma^2}\int_{i_1}^{\pi-i_1}(B_0 - B_1\cos i - B_2\cos 2i - \ldots)\,di$$

gesetzt werden können, so daß

$$V = \frac{1}{\pi}\cdot\frac{\rho}{a}\sqrt{1-\frac{a^2}{\rho^2}\sigma^2}\left[B_0\left(\frac{\pi}{2}-i_1\right) - \frac{1}{2}B_2\sin 2i_1 - \frac{1}{4}B_4\sin 4i_1 - \ldots\right]$$

wird.

Um nun die totale Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ für sämtliche Bahnen, für welche $q > a$ ist, zu erhalten, hat man V mit der Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der Periheldistanz q zu multiplizieren und von $q = a$ bis $q = a + \rho$ zu integrieren.

Die Anfangsgeschwindigkeiten, die ein bestimmtes q ergeben, bilden das früher erwähnte Rotationshyperboloid, das von jenem Kugelflächenstück abgeschlossen wird, welches der Grenze der merklich

parabolischen Bahnen entspricht. Die Querachse desselben ist $2\,\frac{k}{r}\sqrt{2q}$. Bei der außerordentlich geringen Krümmung der Meridianhyperbel kann in der vorliegenden Betrachtung dafür ein Kreiszylinder vom Radius $\frac{k}{r}\sqrt{2q}$ substituiert werden und man kann ferner annehmen, daß der Querschnitt dieses Zylinders so klein ist, daß in jedem einzelnen die Dichte der Geschwindigkeitspunkte konstant ist. (Ausnahmsfälle, in denen diese Annahme unzulässig ist, sind hier von keinem wesentlichen Einfluß.) Unter diesen Voraussetzungen ist die Zahl der Geschwindigkeiten, aus welchen Periheldistanzen zwischen q und $q+dq$ resultieren, dem entsprechenden unendlich schmalen Kreisring proportional, dessen Radius $\frac{k}{r}\sqrt{2q}$ und dessen Fläche $\frac{2\pi k^2}{r^2}\,dq$ beträgt.

Die Zahl sämtlicher in Betracht kommenden Geschwindigkeiten ist der Größe $\frac{2\pi k^2}{r^2}q_0$ proportional, wo q_0 die größte beobachtbare Periheldistanz bedeutet. Setzt man diese gleich $2a$, so ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer bestimmten Periheldistanz q gleich $\frac{dq}{2a}$.

Die Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ für sämtliche außerhalb der Erdbahn gelegene Kometenbahnen ist daher

$$W'_a = \frac{1}{2a}\int_a^{a+\rho} V dq$$

ausschließlich der Bahnen geringer Neigung.

Da man für die in V auftretende Grenze i_1 einen Betrag wählen wird, der selbst von q abhängt, soll die Durchführung der Integration später erfolgen.

Bei kleiner Neigung, das heißt, wenn i von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ ist, sind v und φ derselben Ordnung, während $v-\varphi$ erster Ordnung bleibt. Vernachlässigt man in ρ^2 wieder alle Größen höherer als zweiter Ordnung, so erhält man aus

$$\rho^2 = (r-a)^2 + 4ar\sin^2\frac{v-\varphi}{2} + 4ar\sin v\sin\varphi\sin^2\frac{i}{2},$$

da man hier noch 4. Potenzen von v mitnehmen muß,

$$\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 = 2\sigma\,\mathrm{tg}^2\frac{v}{2} + \mathrm{tg}^4\frac{v}{2} + \sin^2(v-\varphi) + \sin v\sin\varphi\sin^2 i.$$

Es handelt sich nun wieder um die Bedingungsgleichung für reelle Lösungen bei einem gegebenen $\rho > a\sigma$.

Da

$$m = \frac{n}{\sqrt{2}}\left(1+\frac{3}{2}\sigma\right)$$

ist, so besteht zwischen v und φ die Beziehung

$$\varphi = M + \frac{1+\frac{3}{2}\sigma}{\sqrt{2}}\,v.$$

Ferner ist

$$v - \varphi = v\left(1 - \frac{1+\frac{3}{2}\sigma}{\sqrt{2}}\right) - M = \left(\frac{\rho}{a}\right)$$

wenn mit $\left(\frac{\rho}{a}\right)$ eine Größe von der Ordnung $\frac{\rho}{a}$ bezeichnet wird.

Setzt man

$$1 - \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{3}{2\sqrt{2}}\sigma = A, \text{ so ist } \varphi = M + (1-A)\,v \text{ und } v = \frac{M + \left(\frac{\rho}{a}\right)}{A}.$$

Man kann daher für v^2 die Größe $\frac{M^2}{A^2}$ substituieren, wenn dieselbe mit einem Faktor erster Ordnung verbunden ist.

In der obigen Gleichung, für die man auch schreiben kann:

$$\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 = \frac{1}{16}v^4 + \frac{\sigma}{2}v^2 + (v-\varphi)^2 + v\varphi \sin^2 i,$$

soll diese Substitution nur im ersten Gliede der rechten Seite vorgenommen werden, da der Nenner 16 den Faktor A, der ungefähr $= \frac{2}{7}$ ist, kompensiert. Im letzten Gliede kann man $\varphi = v$ setzen, da der Fehler $v\,(v-\varphi)\sin^2 i$ höher als zweiter Ordnung ist.

Man erhält daher

$$\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 = \frac{M^2}{16A^2}v^2 + \frac{\sigma}{2}v^2 + (Av - M)^2 + v^2 \sin^2 i.$$

Sollen nun für ein gegebenes ρ reelle Werthe v resultieren, so muß

$$A^2M^2 + \left(A^2 + \frac{\sigma}{2} + \sin^2 i + \frac{M^2}{16A^2}\right)\left(\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 - M^2\right) \geqq 0$$

sein, woraus sich für die Grenzwerte M die Gleichung ergibt

$$M^2\left(\frac{M^2}{16\,A^2} + \frac{\sigma}{2} + \sin^2 i\right) = A^2\left(\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2\right),$$

wobei Größen höherer Ordnung wieder weggelassen wurden. Man erhält schließlich

$$M = 2A\sqrt{-(\sigma + 2\sin^2 i) + \sqrt{(\sigma + 2\sin^2 i)^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2}}.$$

Da in A die Größe σ unterdrückt werden kann, so ist dabei

$$2A = 0 \cdot 585787\ldots$$

M ist also tatsächlich in diesem Falle von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$. Die Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ bei einer vorgelegten Kometenbahn von kleiner Neigung ist daher

$$w = \frac{2A}{\pi}\sqrt{-(\sigma + 2\sin^2 i) + \sqrt{(\sigma + 2\sin^2 i)^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2}}$$

und für alle Neigungen zwischen 0 und i_1 bei konstanter Periheldistanz $q: \frac{1}{2}\int_0^{i_1} w \sin i\, di$, wofür man hier auch setzen kann $\frac{1}{4}\int_0^{i_1} w\, d\,(\sin^2 i)$; bezeichnet man demnach $\sigma + 2\sin^2 i = \zeta$, so wird daraus

$$\frac{A}{4\pi}\int_0^{i_1}\sqrt{-\zeta+\sqrt{\zeta^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}\;d\zeta =$$

$$= -\frac{A}{12\pi}\left(-\zeta+\sqrt{\zeta^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}\right)^{3/2} + \frac{A}{4\pi}\cdot\frac{\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}{\sqrt{-\zeta+\sqrt{\zeta^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}}\Bigg|_0^{i_1}$$

$$= -\frac{A}{12\pi}\left(-\zeta_1^2+\sqrt{\zeta_1^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}\right)^{3/2} + \frac{A}{4\pi}\cdot\frac{\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}{\sqrt{-\zeta_1+\sqrt{\zeta_1^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}}$$

$$-\frac{A}{6\pi}\sqrt{\frac{\rho}{a}-\sigma}\cdot\left(\frac{\rho}{a}+2\sigma\right)$$

Ist andrerseits die Neigung nahe an 180°, d. h. $180°-i$ von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$, so gilt dasselbe für v und φ; dann ist aber $v+\varphi$ erster Ordnung, d. h. $v+\varphi = M + (2-A)\,v = \left(\frac{\rho}{a}\right)$.

Behandelt man mit Berücksichtigung dieser Relation die Gleichung

$$\rho^2 = (r-a)^2 + 4ar\sin^2\frac{v+\varphi}{2} - 4ar\sin v\sin\varphi\sin^2\left(90°-\frac{i}{2}\right)$$

oder

$$\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2 = 2\sigma\,\mathrm{tg}^2\frac{v}{2} + \mathrm{tg}^4\frac{v}{2} + \sin^2(v+\varphi) - \sin v\sin\varphi\sin^2 i$$

in analoger Weise wie im früheren Fall, so findet man für die Grenzwerte M

$$M = 2\,(2-A)\sqrt{-(\sigma+2\sin^2 i)+\sqrt{(\sigma+2\sin^2 i)^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}.$$

Nimmt man hier als Grenzen für i 180° und $180°-i$, so ergibt sich als Wahrscheinlichkeit für beide Bereiche — nahe an o und nahe an 180° —

$$V = -\frac{1}{6\pi}\left(-\zeta_1+\sqrt{\zeta_1^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}\right)^{3/2} + \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}{\sqrt{-\zeta_1+\sqrt{\zeta_1^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}}$$

$$-\frac{1}{3\pi}\sqrt{\frac{\rho}{a}-\sigma}\cdot\left(\frac{\rho}{a}+2\sigma\right).$$

Der Grenzwert i_1 ist nun ganz willkürlich, er muß nur die Bedingung erfüllen, daß die $i < i_1$ von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ sind. Zur Vereinfachung der weiteren Ausführung soll eine derartige Wahl getroffen werden, daß $\zeta_1^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2$ ein vollständiges Quadrat wird. Setzt man

$$\sin^2 i_1 = \sqrt{N(N+1)} \cdot \frac{\rho}{a} + N\sigma,$$

wo N eine beliebige Zahl ist, so wird auch diese zweite Bedingung erfüllt, denn es ist dann tatsächlich

$$\zeta_1 = 2\sqrt{N(N+1)}\,\frac{\rho}{a} + (2N+1)\,\sigma \text{ und}$$

$$\zeta_1^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2 = \left[(2N+1)\frac{\rho}{a} + 2\sqrt{N(N+1)}\,\sigma\right]^2,$$

daher

$$-\zeta_1 + \sqrt{\zeta_1^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2} = \left(2N+1-2\sqrt{N(N+1)}\right)\left(\frac{\rho}{a} - \sigma\right).$$

Es soll nun zunächst auf Grund dieser Feststellung die Integration für W'_a durchgeführt werden Man hat also in V für i_1 einen Wert einzuführen, der definiert ist durch

$$\sin^2 i_1 = N_1\frac{\rho}{a} + N_2\sigma, \qquad \text{wo } N_1 > N_2.$$

Wenn in V konsequenterweise Größen zweiter Ordnung vernachlässigt werden, so kann man zunächst bei der Ermittlung der Koeffizienten B die Größe $\mu = \frac{1}{\sqrt{2}}$ setzen und erhält nun für diese bestimmte numerische Werte:

$$B_0 = 1\cdot 129 \quad B_2 = 0.108 \quad B_4 = 0\cdot 016 \quad B_6 = 0\cdot 005\ldots$$

und ebenso

$$V = \frac{1}{2}B_0\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2} - \frac{1}{\pi}(B_0 + B_2 + \ldots .)\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2}\sqrt{N_1\frac{\rho}{a} + N_2\sigma}.$$

Setzt man weiter

$$\frac{a}{\rho}\sigma = x \quad \frac{N_2}{N_1} = \nu,$$

so ist

$$V = \frac{1}{2}B_0\frac{\rho}{a}\sqrt{1-x^2} - \frac{1}{\pi}\sqrt{N_1}(B_0 + B_2 + \ldots .)\left(\frac{\rho}{a}\right)^{3/2}\sqrt{1-x^2}\,.\sqrt{1+\nu x}$$

und

$$W'_a = \frac{1}{2}\frac{\rho}{a}\int_0^1 V\,dx =$$

$$= \frac{1}{4}B_0\left(\frac{\rho}{a}\right)^2\int_0^1\sqrt{1-x^2}\,dx - \frac{1}{2\pi}\sqrt{N_1}(B_0 + B_2 + \ldots .)\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\int_0^1\sqrt{1-x^2}\sqrt{1+\nu x}\,dx\,.$$

Entwickelt man $\sqrt{1+\nu x}$ nach Potenzen von νx, so sind die einzelnen Glieder integrabel und man erhält nach bekannten Integrationsformeln

$$\int_0^1 \sqrt{1-x^2}\sqrt{1+\nu x}\,dx = \frac{\pi}{2}\left(2-\frac{1}{8}\cdot\frac{1}{2.4}\nu^2-\frac{5}{128}\cdot\frac{1.3}{2.4.6}\nu^4-\ldots\right)+$$

$$+\frac{\nu}{2}\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{8}\cdot\frac{2}{1.3.5}\nu^2+\frac{7}{128}\cdot\frac{2.4}{1.3.5.7}\nu^4+\ldots\right)=(\nu),$$

daher

$$W'_a=\frac{\pi}{16}B_0\left(\frac{\rho}{a}\right)^2-\frac{1}{2\pi}(\nu)\sqrt{N_1}\,(B_0+B_2+\ldots)\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Nimmt man nun in dem obigen Ausdruck für den Grenzwert i_1 $N=1$, so daß $N_1=\sqrt{2}$, $N_2=1$ und $\nu=\frac{1}{\sqrt{2}}$ wird, demnach $\sin^2 i_1=\sqrt{2}\frac{\rho}{a}+\sigma$, so wird $(\nu)=0\cdot8934\ldots$ und es resultiert schließlich mit Rücksicht auf die Werte B:

$$W'_a=0\cdot2217\left(\frac{\rho}{a}\right)^2-0\cdot2127\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Was den Fall der kleinen Neigungen anbelangt, so kann in dem zugehörigen Ausdruck für V

$$-\zeta_1+\sqrt{\zeta_1^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}=N'\left(\frac{\rho}{a}-\sigma\right)$$

gesetzt werden, wo

$$N'=2N+1-2\sqrt{N(N+1)}$$

ist. Dann ist für für die obere Grenze der Wert

$$\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{1}{\sqrt{N'}}\left(\frac{\rho}{a}+\sigma\right)\sqrt{\frac{\rho}{a}-\sigma}-\frac{1}{6\pi}N'^{3/2}\left(\frac{\rho}{a}-\sigma\right)^{3/2}=$$

$$=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\rho}{a}-\sigma}\left[\frac{\rho}{a}\left(\frac{1}{\sqrt{N'}}-\frac{1}{3}N'^{3/2}\right)+\sigma\left(\frac{1}{\sqrt{N'}}+\frac{1}{3}N'^{3/2}\right)\right]$$

und, wenn wieder $\frac{a\sigma}{\rho}=x$ gesetzt wird:

$$V=\frac{1}{2\pi}\left(\frac{\rho}{a}\right)^{3/2}\sqrt{1-x}\left[\frac{1}{\sqrt{N'}}-\frac{2}{3}-\frac{1}{3}N'^{3/2}+x\left(\frac{1}{\sqrt{N'}}-\frac{4}{3}+\frac{1}{3}N'^{3/2}\right)\right].$$

Die entsprechende Wahrscheinlichkeit für sämtliche äußeren Kometenbahnen kleiner Neigung ist dann

$$W''_a=\frac{1}{2}\frac{\rho}{a}\int_0^1 V\,dx=$$

$$=\frac{1}{4\pi}\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\left\{\left(\frac{1}{\sqrt{N'}}-\frac{2}{3}-\frac{1}{3}N'^{3/2}\right)\int_0^1\sqrt{1-x}\,dx+\left(\frac{1}{\sqrt{N'}}-\frac{4}{3}+\frac{1}{3}N'^{3/2}\right)\int_0^1 x\sqrt{1-x}\,dx\right\}$$

$$=\frac{1}{6\pi}\cdot\frac{1}{\sqrt{N'}}\left(1-\frac{2}{3}\sqrt{N'}-\frac{1}{15}N'^2\right)\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Wenn N wieder gleich der Einheit ist, demnach $N'=3-2\sqrt{2}$, so wird daraus:

$$W''_a=0\cdot1190\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Es ist daher die totale Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ eines äußeren Kometen

$$W_a=W'_a+W''_a=0\cdot2217\left(\frac{\rho}{a}\right)^2-0\cdot0937\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

3.

Der nun zu behandelnde Fall $q < a$ hat für die vorliegende Betrachtung insofern erhöhtes Interesse, als dabei Annäherungen an solche Stellen der Kometenbahn möglich sind, an welchen die Abweichungen der Parabel von den benachbarten Kegelschnitten größere Beträge annehmen können, so daß diesem Fall die für das Erkennen einer elliptischen, respektive hyperbolischen Bahn empfindlicheren Verhältnisse angehören. Es treten hier auch, wie unmittelbar einleuchtet, wesentlich andere Annäherungsbedingungen auf, denen zufolge sich dieser Fall nicht so einfach erledigen läßt wie der frühere.

Es ist zunächst klar, daß die Beschränkung $a-q < \rho$ hier nicht mehr notwendig ist, da bei genügend kleiner Neigung bei jedem Wert $q < a$ jede beliebige Annäherung möglich ist. Dann fällt aber auch die Notwendigkeit der Kleinheit von v und demnach auch von φ, denn die Bedingung, daß

$$a-r = a-q-q\,\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}$$

eine Größe erster Ordnung sein muß, wird bei endlichen $a-q$ durch endliche, beziehungsweise auch sehr große v erfüllt.

Es kann zunächst gezeigt werden, daß, während für $a-q < \rho$ ähnliche Verhältnisse wie früher stattfinden, für $a-q > \rho$ nur mehr Neigungen möglich sind, deren Größenordnung mindestens durch $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ gegeben ist.

Der Minimalabstand p eines beliebigen Punktes der Kometenbahn von der Erdbahn ist offenbar gegeben durch

$$p^2 = r^2 + a^2 - 2\,ra\cos\beta,$$

wo β die heliozentrische Breite des betreffenden Punktes bedeutet.

Da

$$\sin\beta = \sin i \sin v = 2\sin i \frac{\mathrm{tg}\frac{v}{2}}{1+\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}}$$

ist, so ist

$$r\cos\beta = q\sqrt{\left(1+\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}\right)^2 - 4\sin^2 i\,\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}}\,.$$

Setzt man $tg^2\frac{v}{2} = \Theta$, so wird

$$p^2 = q^2(1+\Theta)^2 + a^2 - 2\,aq\sqrt{(1+\Theta)^2 - 4\,\Theta\sin^2 i}\,.$$

Diese Minimaldistanz p hat für das Perihel den extremen Wert $\pm(q-a)$. Da nun

$$\frac{d(p^2)}{d\Theta} = 2q^2(1+\Theta) - 2\,aq\frac{1+\Theta-2\sin^2 i}{\sqrt{(1+\Theta)^2 - 4\,\Theta\sin^2 i}},$$

daher für $v = 0$

$$\left(\frac{d(p^2)}{dt}\right)_0 = 2q(q-a\cos 2i),$$

so folgt für äußere Kometen das selbstverständliche Resultat, daß diese Ableitung beständig positiv ist, das Perihel demnach ein Minimum bedeutet. Für $q < a$ hängt das Vorzeichen von dem Wert von i ab, es kann daher diese Stelle sowohl Maximum als Minimum sein. Setzt man in diesem Falle

$$\frac{q}{a} = \cos 2 i_0,$$

so wird für $i > i_0$ die Distanz p vom Perihel an beständig zunehmen, für $i < i_0$ dagegen wird p zunächst abnehmen, ein Minimum erreichen und von da ab beständig wachsen. Ist daher die geforderte Annäherung eine größere als die Distanz im Perihel, das heißt $\rho < a - q$, so kann dieselbe nur bei zunächst abnehmenden Minimaldistanzen p erreicht werden, also bei Neigungen, die kleiner als i_0 sind; da nun

$$\sin i_0 = \sqrt{\frac{a-q}{2a}}$$

ist, so sind das Neigungen, die von der angegebenen Größenordnung sind, solange $a-q$ eine Größe erster Ordnung ist. Ist aber $a-q$ nullter Ordnung, dann muß auch v nullter Ordnung sein und dann ergibt der Ausdruck für ρ^2 unmittelbar, daß entweder $v-\varphi$ und i oder $v+\varphi$ und $\pi-i$ erster Ordnung sein müssen, das heißt, daß auf jeden Fall $\sin i$ erster Ordnung ist. Für $a-q > \rho$ kommen daher nur Neigungen in Betracht, für welche $\sin^2 i$ erster oder höherer Ordnung ist.

Man kann übrigens für p eine für manche Diskussionen noch bequemere Form herstellen. Es ist

$$p^2 = q^2 (1+\Theta)^2 + a^2 - 2aq(1+\Theta)\sqrt{1 - \frac{4\Theta}{(1+\Theta)^2}\sin^2 i}.$$

Da nun

$$\frac{4\Theta}{(1+\Theta)} \sin^2 i = \sin^2 v \sin^2 i = \sin^2 \beta$$

jedenfalls zweiter Ordnung sein muß, so kann man nach dieser Größe entwickeln und erhält

$$p^2 = [q(1+\Theta) - a]^2 + 4aq \frac{\Theta}{(1+\Theta)} \sin^2 i + 4aq \frac{\Theta^2}{(1+\Theta)^3} \sin^4 i + \ldots\ldots$$

Für den Fall, als $a-q$ und daher auch Θ und $\sin^2 i$ erster Ordnung oder Θ zweiter und i nullter Ordnung ist, ergibt sich bis auf Größen vierter Ordnung

$$p^2 = (a-q)^2 - 2q(a\cos 2i - q)\Theta + q(q - a\sin^2 2i)\Theta^2,$$

p wird ein Minimum für $\Theta = \frac{a\cos 2i - q}{q - a\sin^2 2i}$, woraus nur für $i < i_0$ reelle Werte v sich ergeben.

Eine vorgelegte Minimaldistanz p wird erreicht werden bei

$$\Theta = \frac{a\cos 2i - q}{q - a\sin^2 2i} \pm \sqrt{\left(\frac{a\cos 2i - q}{q - a\sin^2 2i}\right)^2 + \frac{p^2 - (a-q)^2}{q(q - a\sin^2 2i)}}.$$

Da Θ positiv sein muß, so werden zwei Lösungen nur dann stattfinden, wenn $p < a-q$ und $i < i_0$, konform den obigen Überlegungen.

Setzt man $p = \rho$, so wird das dadurch bestimmte Θ den Bereich angeben, innerhalb dessen eine Annäherung ρ überhaupt möglich ist, und damit auch ein Maß für die Größenordnung der Wahrscheinlichkeit derselben sein, von welchem Umstand sofort Gebrauch gemacht werden soll.

Betrachtet man bei der vorliegenden Gruppe der inneren Kometen zunächst den Fall $a-q < \rho$, so kann derselbe in ganz analoger Weise wie der der äußeren Kometen durchgeführt werden, es wird nur entsprechend dem größeren Annäherungsbereich auch eine größere Wahrscheinlichkeit resultieren. Es läßt sich aber leicht von vornherein einsehen, daß dieser Unterschied nur in dem zweiten von $\left(\frac{\rho}{a}\right)^2$ abhängigen Gliede zum Ausdruck kommen kann.

Ist nämlich sin i nullter Ordnung, so kann

$$\Theta = \frac{q-a\cos 2i}{q-a\sin^2 2i}\left[\sqrt{1+\frac{p^2-(a-q)^2}{q(a\cos 2i-q)^2}(q-a\sin^2 2i)}-1\right] = \frac{1}{2}\cdot\frac{p^2-(a-q)^2}{q(q-a\cos 2i)}$$

näherungsweise gesetzt werden. Setzt man wieder $\sigma = \frac{a-q}{a}$, so findet sich in ähnlicher Weise

$$\operatorname{tg}\frac{v}{2} = \frac{1}{2\sin i}\sqrt{\frac{p^2}{a^2}-\sigma^2}\left(1-\frac{\sigma}{2}\cdot\frac{1+2\sin^2 i}{2\sin^2 i}\right).$$

Der entsprechende Fall eines äußeren Kometen unterscheidet sich nur durch das Vorzeichen von σ, der Unterschied der beiden Bereiche v ist daher gegeben durch

$$\frac{1+2\sin^2 i}{4\sin^2 i}\sqrt{\frac{p^2}{a^2}-\sigma^2}\,.\,\sigma.$$ das heißt durch eine Größe zweiter Ordnung.

Ist aber $\sin^2 i$ und daher Θ erster Ordnung, so ist, wie aus der Formel für Θ unmittelbar abzulesen ist, der Unterschied in Θ derselben und in v von der Ordnung $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$.

Im ersten Falle ist der Bereich der i nullter, im zweiten erster Ordnung, die Summierung über sämtliche q, für welche der Absolutwert $(q-a) < \rho$ ist, fügt noch eine Potenz hinzu, so daß der Unterschied im ersten Falle erst auf $\left(\frac{\rho}{a}\right)^3$, im zweiten auf $\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}$ sich erstreckt.

Die folgenden Ausführungen bestätigen diese Überlegung.

Es soll also zunächst die Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ für sämtliche q, für welche $a-q \leqq \rho$ ist, ermittelt werden. Hier sind sämtliche Werte i möglich und man wird wie im vorigen Fall den Bereich der kleinen Neigungen und der nullter Ordnung getrennt zu behandeln haben.

Der Grenzwert i_1 soll wieder in der Form

$$\sin^2 i_1 = N_1\frac{\rho}{a} + N_2\sigma$$

vorausgesetzt werden, wo N_1 und N_2 noch zu bestimmende numerische Größen sind.

Für die Wahrscheinlichkeit W'_i bei Neigungen zwischen i_1 und $\pi - i_1$ erhält man denselben Ausdruck wie für W'_a. Behält man die früheren Bezeichnungen bei und setzt für die identischen Größen gleich ihre numerischen Werte, so wird,

$$W'_i = 0\cdot 2217\left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 2002\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\sqrt{N'}\int_0^1\sqrt{1-x^2}\,\sqrt{1+\nu x}\,dx\,.$$

Für kleine Neigungen wird man aber Ausdrücke erhalten, die etwas verschieden sind, da σ das Zeichen wechselt. Es ist zunächst

$$w = \frac{2A}{\pi}\sqrt{\sigma-2\sin^2 i+\sqrt{(\sigma-2\sin^2 i)^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}.$$

Setzt man hier $\sigma - 2\sin^2 i = \zeta$, so ist die Wahrscheinlichkeit für sämtliche $i < i_1$

$$V = -\frac{A}{12\pi}\left(\zeta+\sqrt{\zeta^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}\right)^{3/2} + \frac{A}{4\pi}\,\frac{\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}{\sqrt{\zeta+\sqrt{\zeta^2+\frac{\rho^2}{a^2}-\sigma^2}}}\Bigg|_{i=0}^{i=i_1}$$

i_1 hat nur die Bedingung zu erfüllen, daß $\sin^2 i_1$ erster Ordnung ist. Man wird letztere Größe wieder so wählen, daß $\zeta^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2$ ein vollständiges Quadrat wird. Das wird hier durch

$$\sin^2 i_1 = \sqrt{N(N-1)}\,\frac{\rho}{a} + N\sigma$$

erreicht, wodurch

$$\zeta_1 + \sqrt{\zeta_1^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2} = N'\left(\frac{\rho}{a} - \sigma\right)$$

wird, wenn

$$N' = 2N - 1 - 2\sqrt{N(N-1)}$$

ist.

Setzt man nun $N = 2$, so wird $\sin^2 i_1 = \sqrt{2}\,\frac{\rho}{a} + 2\sigma$, ζ_1 und N' erhalten aber die früheren Werte. Nach Einführung der Grenzen wird

$$V = -\frac{A}{4\pi}\left[\frac{1}{3}\,N'^{3/2}\left(\frac{\rho}{a} - \sigma\right)^{3/2} - N'^{-1/2}\left(\frac{\rho}{a} + \sigma\right)\sqrt{\frac{\rho}{a} - \sigma}\right]$$
$$+ \frac{A}{4\pi}\left[\frac{1}{3}\left(\frac{\rho}{a} + \sigma\right)^{3/2} - \left(\frac{\rho}{a} - \sigma\right)\sqrt{\frac{\rho}{a} + \sigma}\right].$$

Für den Bereich $\pi - i_1$ bis π erhält man denselben Ausdruck, nur für den Faktor A: $2-A$. Addiert man beide V und integriert über sämtliche q, welche zwischen $a-\rho$ und a liegen, so ist die totale Wahrscheinlichkeit in diesen Bereichen

$$W_i'' = \frac{1}{2}\,\frac{\rho}{a}\int_0^1 V\,dx, \text{ wo wieder } x = \frac{a\sigma}{\rho} \text{ ist, oder}$$

$$W_i'' = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\int_0^1\left(\frac{4}{3}\,x\sqrt{1+x} - \frac{2}{3}\sqrt{1+x} - \frac{N'^{3/2}}{3}(1-x)^{3/2} + N'^{-1/2}\,x\sqrt{1-x} + N'^{1/2}\sqrt{1-x}\right)dx,$$

woraus schließlich folgt

$$W_i'' = 0\cdot 1822\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Bei der Ermittlung von W_i' für die angenommenen Grenzwerte hat man nur für die noch auszuführende Integration

$$\int_0^1 \sqrt{1-x^2}\cdot\sqrt{1+\nu x}\,dx$$

ein etwas anderes Verfahren einzuschlagen, da hier die Entwicklung von $\sqrt{1+\nu x}$ nicht mehr tunlich ist. Es ist nämlich hier wie früher $N_1 = \sqrt{2}$, aber $N_2 = 2$, so daß $\nu = \sqrt{2}$ ist. Setzt man aber $x = 1-\xi$, so wird dieses Integral

$$= \sqrt{2}\sqrt{1+\nu}\int_0^1 \sqrt{1 - \frac{1}{2}\,\xi}\cdot\sqrt{1 - \frac{\nu}{1+\nu}\,\xi}\,\sqrt{\xi}\,d\xi,$$

eine Form, die wieder konvergente Entwicklungen zuläßt. Führt man dies durch und setzt gleich $\nu = \sqrt{2}$, so wird das Integral zunächst

$$\sqrt{2}\sqrt{1+\sqrt{2}}\int_0^1 \sqrt{\xi}\,d\xi\,(1 - 0\cdot 54289\,\xi - 0\cdot 00092\,\xi^2 - 0\cdot 00050\,\xi^3 - 0\cdot 00041\,\xi^4 - \ldots).$$

Die Ausführung ergibt schließlich den Wert 0·99675, woraus

$$W_i' = 0\cdot 2217 \left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 1870 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Die Wahrscheinlichkeit der Annäherung ρ für sämtliche innere Bahnen, deren Perihele zwischen $a-\rho$ und ρ liegen, ist demnach

$$W_i = W_i' + W_i'' = 0\cdot 2217 \left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 0048 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

4.

Wesentlich anders verhält sich die Sache bei Perihelabständen, die größer sind als die geforderte Annäherung, das heißt, wenn $a-q > \rho$ ist, da hier nur mehr Neigungen innerhalb gewisser kleiner Grenzen in Betracht kommen.

Es soll zuerst der Fall behandelt werden, daß $a-q$ noch immer eine kleine Größe erster Ordnung ist. Nach dem früher Gesagtem muß jedenfalls $\sin i < \sqrt{\frac{\sigma}{2}}$. Die tatsächliche Grenze der hier in Frage kommenden Neigungen wird dadurch gegeben sein, daß die entsprechende kleinste Minimaldistanz p der geforderten Annäherung ρ gleich ist.

Aus

$$p^2 = (a-q)^2 - 2q\,(a \cos 2\,i - q)\,\Theta + q\,(q - a \sin^2 2\,i)\,\Theta^2$$

erhält man für den Minimalwert p_0

$$p_0^2 = (a-q)^2 - q\,\frac{(a \cos 2\,i - q)^2}{q - a \sin^2 2\,i}$$

wobei natürlich $i < i_0$ ist.

Entwickelt man bis Größen 3. Ordnung, so ist

$$\frac{p_0^2}{a^2} = 4 \sin^2 i\,[\sigma - \sin^2 i - (\sigma - 2 \sin^2 i)^2]$$

oder, da

$$\sigma - \sin^2 i \text{ wegen } \sin i < \sqrt{\frac{\sigma}{2}}$$

nicht höher als erster Ordnung sein kann,

$$\frac{p_0}{a} = 2 \sin i\,\sqrt{\sigma - \sin^2 i} - \sin i\,\frac{(\sigma - 2 \sin^2 i)^2}{\sqrt{\sigma - \sin^2 i}}.$$

Setzt man darin $p_0 = \rho$, so bezeichnet das dadurch bestimmte i die Grenze der Neigungen, außerhalb welcher die Annäherung ρ überhaupt nicht mehr stattfinden kann. Bei Vernachlässigung des Gliedes zweiter Ordnung ergibt sich als erste Näherung für diesen Grenzwert i_1

$$\sin i_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}}.$$

Als weitere Näherung würde sich ergeben

$$\sin i_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{\sigma^2 - \frac{p^2}{a^2}}}.$$

Wenn man zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit den Realitätsbereich in der Parabelbahn selbst feststellt, so erhält man zunächst wieder dieselben Relationen wie im vorhergehenden Fall bei kleinen Neigungen, daher auch für die Grenzwerte, innerhalb welchen die Größe M liegen muß, die frühere Gleichung

$$M^2 = 4A^2(\sigma - 2\sin^2 i) + 4A^2\sqrt{(\sigma - 2\sin^2 i)^2 + \frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2}.$$

Von hier ab unterscheidet sich aber dieser Fall von dem vorigen. Da hier $\frac{\rho^2}{a^2} - \sigma^2$ eine negative Größe ist, so geben beide Vorzeichen der Wurzel reelle Werte für M, entsprechend den beiden in diesem Falle getrennten Bereiche, die zu beiden Seiten des Perihels und zu diesem symmetrisch gelegen sind. Bezeichnet man die beiden positiven Werte von M mit M'' und M', so ist $M'' - M'$ der Bereich innerhalb welchem die Erde zur Zeit der Perihelpassage des Kometen stehen muß, wenn die Annäherung ρ stattfinden soll. Da ein gleich großer Bereich für negative M existiert, so ist die Wahrscheinlichkeit bei dem vorgelegtem i und q

$$M = \frac{M'' - M'}{\pi}$$

$$M'' = 2A\sqrt{\sigma - 2\sin^2 i + \sqrt{(\sigma - 2\sin^2 i)^2 - \left(\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}\right)}}$$

$$M' = 2A\sqrt{\sigma - 2\sin^2 i - \sqrt{(\sigma - 2\sin^2 i)^2 - \left(\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}\right)}}$$

woraus sich ergibt

$$w = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} A\sqrt{\sigma - 2\sin^2 i - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}}.$$

Für die entsprechende Neigung $\pi - i$ erhält man denselben Ausdruck, nur mit dem Faktor $2 - A$, so daß für die symmetrisch gelegenen Bahnebenen

$$w = \frac{4\sqrt{2}}{\pi}\sqrt{\sigma - 2\sin^2 i - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}}$$

ist.

Wie man sieht, ist der Maximalwert i_1 gegeben durch

$$2\sin^2 i_1 = \sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}$$

übereinstimmend mit dem obigen Resultat bei der gleichen Annäherung.

Die Wahrscheinlichkeit für sämtliche in Betracht kommenden Neigungen

$$V = \frac{1}{2}\int_0^{i_1} w \sin i \, di$$

oder mit genügender Näherung

$$V = \frac{1}{4}\int_0^{i_1} w\,d\,(\sin^2 i) = \frac{\sqrt{2}}{\pi}\int_0^{i_1}\sqrt{\sigma - 2\sin^2 i - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}}\,d\,(\sin^2 i) =$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{3\pi}\left(\sigma - 2\sin^2 i - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}\right)^{3/2}\Bigg|_0^{i_1} = \frac{\sqrt{2}}{3\pi}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}\right)^{3/2}.$$

Die totale Wahrscheinlichkeit W erhält man durch Summierung über jene q, die in die vorliegende Gruppe von Kometenbahnen gehören. Die obere Grenze derselben ist $a-\rho$, die untere ist willkürlich, aber der Bedingung unterworfen, daß $a-q$ noch eine Größe derselben Ordnung wie ρ ist. Nennt man dieselbe vorläufig q_1 und $\sigma_1 = \frac{a-q_1}{a}$,

so ist

$$W_1 = \frac{1}{2a}\int_{q_1}^{a-\rho} V\,d\,q = \frac{1}{2}\int_{\frac{\rho}{a}}^{\sigma_1} V\,d\,\sigma = \frac{1}{3\pi\sqrt{2}}\int_{\frac{\rho}{a}}^{\sigma_1}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}\right)^{3/2} d\sigma.$$

Die Integration läßt sich tatsächlich ausführen, man erhält, wie leicht verifiziert werden kann,

$$W_1 = \frac{1}{3\pi\sqrt{2}}\left[-\frac{\rho^2}{a^2}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}\right)^{1/2} + \frac{1}{5}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 - \frac{\rho^2}{a^2}}\right)^{5/2}\right]\Bigg|_{\frac{\rho}{a}}^{\sigma_1}.$$

Die obere Grenze σ_1 wird man gleich $n\,\frac{\rho}{a}$ setzen können, wo n eine Zahl bedeutet, welche wenige Einheiten beträgt. Es wird dann

$$W_1 = \frac{1}{3\pi\sqrt{2}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\left[0\cdot 8 + 0\cdot 2\,(n - \sqrt{n^2-1})^{5/2} - (n - \sqrt{n^2-1})^{1/2}\right].$$

Für $n = 3$ erhält man

$$W_1 = 0\cdot 0295\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Für $n = 10$ — eine Annahme, bei der die hier gemachten Voraussetzungen eigentlich nicht mehr ganz zutreffen — ergibt sich

$$W_1 = 0\cdot 0432\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}$$

5.

Für die Parabelbahnen, die sich an die bisher untersuchten anschließen, die also noch kleinere Periheldistanzen haben, so daß $a-q > \rho$ ist, dabei aber einen von Null um endliche Größen abweichenden Wert hat, wird man eine andere Entwicklung anzuwenden haben, weil hier die Voraussetzung der kleinen v und φ nicht mehr zutrifft. Da $a-r = a-q-q\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}$ eine Größe erster Ordnung sein muß, so kann hier v keine kleine Größe mehr sein. Der Fall, daß q selbst eine kleine Größe ist, soll hier noch ausgeschlossen sein.

Es liegt nun nahe, die Parabelgleichung für die Umgebung von $r = a$ zu entwickeln. Die zugehörige Anomalie ist gegeben durch

$$\cos^2 \frac{v_0}{2} = \frac{q}{a}$$

oder

$$\sin v_0 = 2 \sqrt{\frac{q}{a}} \sqrt{1 - \frac{q}{a}}.$$

Da bei der parabolischen Bewegung

$$\frac{dr}{dt} = \frac{k}{\sqrt{p}} \sin v, \quad \frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{k^2}{r^2} \cos v \ldots .$$

ist, so ist weiter

$$r = a + t \cdot \frac{k}{\sqrt{p}} \sin v_0 + \frac{1}{2} t^2 \cdot \frac{k^2}{a^2} \cos v_0 + \ldots .$$

Berücksichtigt man den eben erhaltenen Wert für v_0 und setzt den in der Zeit t von der Erde zurückgelegten Bogen

$$mt = \frac{k}{a^{3/2}} t = \tau,$$

so wird

$$\frac{r-a}{a} = \sqrt{2} \sqrt{1 - \frac{q}{a}} \cdot \tau - \frac{1}{2} \left(1 - 2 \frac{q}{a}\right) \tau^2 + \ldots ,$$

wo τ erster Ordnung ist.

Ebenso ist wegen

$$\frac{dv}{dt} = \frac{k\sqrt{p}}{r^2} \cdot \frac{d^2 v}{dt^2} = -\frac{2k^2}{r^3} \sin v, \quad v = v_0 + \sqrt{2} \sqrt{\frac{q}{a}} \cdot \tau - 2 \sqrt{\frac{q}{a}} \sqrt{1 - \frac{q}{a}} \cdot \tau^2 + \ldots .$$

Aus

$$\rho^2 = (a-r)^2 + 4ar \left(\cos^2 \frac{i}{2} \sin^2 \frac{v-\varphi}{2} + \sin^2 \frac{i}{2} \sin^2 \frac{v+\varphi}{2}\right)$$

geht nun hervor, daß entweder i und $v-\varphi$ oder $180-i$ und $v+\varphi$ von der ersten Ordnung sein müssen.

Betrachtet man zunächst wieder den Fall der kleinen i, so kann man unter Einhaltung der bisherigen Genauigkeit setzen

$$\frac{\rho^2}{a^2} = 2\left(1 - \frac{q}{a}\right) \tau^2 + \sin^2 (v-\varphi) + \sin^2 i \sin^2 \frac{v+\varphi}{2}$$

und das ist weiter

$$= 2\left(1 - \frac{q}{a}\right) \tau^2 + \sin^2 (v-\varphi) + \sin^2 i \sin^2 v_0,$$

da sich φ von v und v von v_0 nur um Größen erster Ordnung unterscheidet.

Da $\varphi = M + \tau$ ist und $\sin (v-\varphi) = \sin (v_0 - M) + \mu\tau$ gesetzt werden kann, wenn

$$\mu = \sqrt{\frac{2q}{a}} - 1$$

ist, so ist weiter

$$\frac{\rho^2}{a^2} = 2\left(1 - \frac{q}{a}\right) \tau^2 + \mu^2 \tau^2 + 2\mu\tau \sin (v_0 - M) + \sin^2 (v_0 - M) + \sin^2 i \sin^2 v_0 .$$

Für die Grenzwerte M innerhalb deren für ein vorgelegtes ρ reelle Werte τ resultieren, erhält man daraus die Gleichung

$$\left(2\frac{a-q}{a}+\mu^2\right)\left(\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2(v_0-M)-\sin^2 i\sin^2 v_0\right)+\mu^2\sin^2(v_0-M)=0,$$

woraus folgt:

$$v_0-M=\sqrt{1+\frac{1}{2}\frac{a}{a-q}\mu^2}\cdot\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2 i\sin^2 v_0}.$$

Der Grenzwert i_1 der Neigungen, über welchen die Annäherung ρ nicht mehr möglich ist, ist gegeben durch

$$\sin i_1=\frac{\rho}{a\sin v_0}=\frac{1}{2}\frac{\rho}{\sqrt{q\,(a-q)}}$$

also tatsächlich eine Größe erster Ordnung.

Der ganze Bereich der M wird mit Rücksicht auf den symmetrisch gelegenen bei $-v_0$ gleich dem vierfachen Betrag von v_0-M sein und die entsprechende Wahrscheinlichkeit, wenn für μ wieder substitutiert wird,

$$w=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sqrt{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2q}{a}}}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2 i\sin^2 v_0}.$$

Ist im anderen Falle die Neigung nahe bei 180° und setzt man dieselbe gleich $\pi-i$, wo i wieder erster Ordnung ist, setzt man weiter

$$\sin(v+\varphi)=\sin(v_0+M)+\mu'\tau,$$

wo

$$\mu'=\sqrt{\frac{2q}{a}}+1,$$

so findet man auf dieselbe Weise

$$\frac{\rho^2}{a^2}=2\left(1-\frac{q}{a}\right)\tau^2+\mu'^2\tau^2+2\mu'\tau\sin(v_0+M)+\sin^2(v_0+M)+\sin^2 i\sin^2 v_0$$

und als Grenzwerte der reellen Lösungen

$$\left(2\frac{a-q}{a}+\mu'^2\right)\left(\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2(v_0+M)-\sin^2 i\sin^2 v_0\right)+\mu'^2\sin^2(v_0+M)=0,$$

woraus

$$v_0+M=\sqrt{1+\frac{1}{2}\frac{a}{a-q}\mu'^2}\cdot\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2 i\sin^2 v_0}$$

folgt und für das entsprechende

$$w=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sqrt{\frac{a}{a-q}}\sqrt{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2q}{a}}}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-\sin^2 i\sin^2 v_0}.$$

Da

$$\sqrt{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2q}{a}}}+\sqrt{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2q}{a}}}=\sqrt{2}\sqrt{1+\sqrt{1-\frac{8}{9}\frac{q}{a}}}$$

ist, so ist die Wahrscheinlichkeit bezüglich der beiden einander entsprechenden Bahnen i und $180° - i$:

$$w = \frac{2\sqrt{3}}{\pi}\sqrt{\frac{a}{a-q}}\sqrt{1+\sqrt{1-\frac{8}{9}\frac{q}{a}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}}}}\,\sin^2 i\,\sin^2 v_0.$$

Die Wahrscheinlichkeit für sämtliche Neigungen von 0 bis i_1 ist

$$V = \frac{1}{4}\int_0^{i_1} w\,d\,(\sin^2 i) = \frac{1}{4\pi\sqrt{3}}\,\frac{a}{q}\left(\frac{a}{a-q}\right)^{3/2}\sqrt{1+\sqrt{1-\frac{8}{9}\frac{q}{a}}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3$$

wobei für $\sin^2 v_0$ der obige Wert eingesetzt wurde.

Die Wahrscheinlichkeit für sämtliche hieher gehörigen Periheldistanzen

$$W = \frac{1}{2a}\int_{q_1}^{q_2} V\,dq$$

oder, wenn man $\frac{q}{a} = x$ setzt,

$$W = \frac{1}{8\pi\sqrt{3}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\int_{q_1}^{q_2}\frac{1}{x}\cdot\frac{1}{(1-x)^{3/2}}\sqrt{1+\sqrt{1-\frac{8}{9}x}}\;dx.$$

Da $x < 1$, und zwar um endliche Beträge, so wird die Entwicklung der Wurzelgröße und Berücksichtigung der ersten Glieder eine ausreichende Annäherung geben. Man findet

$$\sqrt{1-\sqrt{1-\frac{8}{9}x}} = \sqrt{2}\left[1-\frac{1}{3^2}x-\frac{5}{2.3^4}x^2-\frac{21}{2.3^6}x^3-\ldots\right].$$

Die Integration der einzelnen Glieder gibt:

$$\int\frac{1}{x}\frac{dx}{(1-x)^{3/2}} = \frac{2}{\sqrt{1-x}} + \log\frac{1-\sqrt{1-x}}{1+\sqrt{1+x}}, \quad \int\frac{dx}{(1-x)^{3/2}} = \frac{2}{\sqrt{1-x}}$$

$$\int\frac{x\,dx}{(1-x)^{3/2}} = \frac{4}{\sqrt{1-x}} - \frac{2x}{\sqrt{1-x}}, \quad \int\frac{x^2\,dx}{(1-x)^{3/2}} = \frac{2}{3}\frac{1}{\sqrt{1-x}}(8-4x-x^2)$$

u. s. w., so daß schließlich erhalten wird

$$W = 0\cdot 0325\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\left[\log\frac{1-\sqrt{1-x}}{1+\sqrt{1+x}} + \frac{1\cdot 4519}{\sqrt{1-x}}(1+0\cdot 0635\,x+0\cdot 0061\,x^2+\ldots)\right]$$

worin noch die Grenzen einzuführen sind.

Der vorliegende Fall umfaßt nun Periheldistanzen, die zwischen 0 und a liegen und von diesen Grenzen um Beträge, die größer als erster Ordnung sind, abweichen. Man wird dieser Bedingung dadurch entsprechen können, daß man $x_1 = n\frac{\rho}{a}$ setzt, wo n die frühere Bedeutung hat, und von x_1 bis $1 - x_1$ integriert. Der logarithmische Teil wird dann

$$\log\frac{1-\sqrt{x_1}}{1+\sqrt{x_1}} + \log\frac{(1+\sqrt{1-x_1})^2}{x_1}.$$

woraus die Entwicklung mit genügender Annäherung

$$\log\frac{1}{x_1}+\log 4-2\sqrt{x_1}-\frac{1}{2}x_1$$

ergibt.

Der algebraische Teil besteht aus einem Gliede $\frac{1}{\sqrt{x_1}}$, wodurch dieselbe Größenordnung wie in den vorigen Fällen resultiert, und einer Potenzreihe nach $\sqrt{x_1}$; die Vereinigung mit dem ersten Teil ergibt

$$W_2=0\cdot0325\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\left[\frac{1\cdot553}{\sqrt{x_1}}-0\cdot066+\log\frac{1}{x_1}-2\cdot110\sqrt{x_1}-1\cdot318\,x_1\right]$$

oder, wenn $x_1=n\frac{\rho}{a}$ gesetzt wird,

$$W_2=0\cdot050\,.\,\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\left[1+0\cdot644\sqrt{n\frac{\rho}{a}}\log\frac{1}{n\frac{\rho}{a}}-0\cdot042\sqrt{n\frac{\rho}{a}}-\right.$$
$$\left.-1\cdot359\,n\frac{\rho}{a}-0\cdot849\left(n\frac{\rho}{a}\right)^{3/2}\right].$$

Für $n=3$ erhält man

$$W_2=0\cdot029\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\left[1+\sqrt{\frac{\rho}{a}}\left(2\cdot567\log\frac{a}{\rho}-1\cdot298\right)-4\cdot076\frac{\rho}{a}-\ldots\right],$$

wobei der Koeffizient von $\log\frac{a}{\rho}$ für den Brigg'schen Logarithmus gilt.

Für $n=10$ erhält man

$$W_2=0\cdot016\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}\left[1+\sqrt{\frac{\rho}{a}}\left(2\cdot036\log\frac{a}{\rho}-4\cdot822\right)-13\cdot585\frac{\rho}{a}-\ldots\right].$$

Die Wahrscheinlichkeit für sämtliche Bahnen von $q=a-\rho$ bis $q=n\frac{\rho}{a}$ ist demnach bei Beschränkung auf das erste Glied

$$W=0\cdot059\left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}$$

woraus schon hervorgeht, daß der Beitrag der noch restierenden Bahnen $q<n\frac{\rho}{a}$ sich nur in den Gliedern höherer Ordnung äußern kann.

6.

Zieht man schließlich noch die Bahnen mit kleiner Periheldistanz in Betracht, bei welchen also q von derselben Größenordnung wie ρ ist, so sieht man zunächst, daß v nahe an 180° liegen muß, da $a-r=a-q-q\,\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}$ eine Größe erster Ordnung sein soll, $\frac{\pi}{2}-\frac{v}{2}$ daher mindestens mit $\sqrt{\frac{\rho}{a}}$ vergleichbar sein muß. Es ist auch von vornherein klar, daß für genügend kleine q wieder sämtliche Neigungen möglich sein müssen. Über die in diesem Falle eintretenden Verhältnisse gibt wieder die Betrachtung der Minimaldistanzen p sofort Aufschluß.

Es war

$$p^2 = q^2(1+\Theta)^2 + a^2 - 2aq\sqrt{(1+\Theta)^2 - 4\Theta\sin^2 i} \text{ und } \Theta = \operatorname{tg}^2\frac{v}{2}.$$

Führt man den kleinen Winkel $v' = \pi - v$ ein, so wird

$$p^2 = \frac{q^2}{\sin^4\frac{v'}{2}} + a^2 - \frac{2aq}{\sin^2\frac{v'}{2}}\sqrt{1 - 4\sin^2\frac{v'}{2}\cos^2\frac{v'}{2}\sin^2 i}\,;$$

da $(v')^2$ erster Ordnung ist, so ist $\frac{q}{\sin^2\frac{v'}{2}}$ nullter Ordnung. In erster Annäherung ist

$$p^2 = \left(\frac{q}{\sin^2\frac{v'}{2}} - a\right)^2 + 4aq\sin^2 i.$$

Für $\sin^2\frac{v'}{2} = \frac{q}{a}$ erhält man den kleinsten Wert $p_0 = 2\sin i\sqrt{aq}$.

Wenn nun eine Annäherung ρ überhaupt möglich sein soll, so muß $\rho \geqq p_0$ oder $\rho \geqq 2\sin i\sqrt{aq}$ sein. Ist daher $q \lesseqgtr \frac{\rho^2}{4a}$, so wird diese Bedingung für jedes i erfüllt sein, das heißt, von $q_1 = \frac{\rho^2}{4a}$ ab sind wieder alle Neigungen möglich, während bei größeren Periheldistanzen eine Grenze i_1 existiert, die gegeben ist durch $\sin i_1 = \frac{\rho}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{aq}}$, ein Wert, der mit dem früheren Grenzwert für den Fall kleiner q identisch ist.

Allerdings ist nun das Wiederauftreten sämtlicher Neigungen kaum von aktueller Bedeutung, da der zugehörige Grenzwert q_1 bei einigermaßen starker Annäherung Beträge annimmt, die kleiner sind als der Sonnenradius. Nimmt man etwa $\rho = 0\cdot01\,a$ an, so wird $q_1 = 0\cdot000025a$, während der Halbmesser der Sonne ungefähr $0\cdot00465a$ ist. Für diese letztere Periheldistanz würden erst bei $\rho = 0\cdot14$ sämtliche Neigungen möglich werden. Dasselbe gilt überhaupt für größere Beträge von i: so würde für $i = 45°$ bei q gleich den Sonnenradius eine Annäherung von nur $0\cdot1\,a$ erforderlich sein. Hingegen wird für $\rho = 0\cdot01\,a$ und dem Minimalbetrag $q = 0\cdot00465a$ der Grenzwert $i_1 = 4°5$ sein. Faßt man zunächst nur bedeutendere Annäherungen ins Auge, so kann man demnach auch hier kleine Neigungen voraussetzen, so zwar, daß etwa $\sin^2 i$ als Größe erster Ordnung zu betrachten ist. (Für den symmetrischen Fall $180°-i$ gelten natürlich analoge Schlüsse.)

Auf Grund dieser Überlegung gestaltet sich die Behandlung dieses Falles verhältnismäßig einfach. Führt man zunächst statt der Winkel v, v_0, φ und M die kleinen Supplementwinkel v', v_0', φ' und M' ein, so ist wie oben

$$\frac{\rho^2}{a^2} = \left(\frac{r-a}{a}\right)^2 + \cos^2\frac{i}{2}\sin^2(v'-\varphi') + \sin^2\frac{i}{2}\sin^2(v'+\varphi')$$

und

$$v' = v'_0 - \sqrt{2}\sqrt{\frac{q}{a}}\cdot\tau\,, \quad \varphi' = M' - \tau$$

$$r - a = a\sqrt{2}\sqrt{1-\frac{q}{a}}\,.\,\tau + \ldots$$

Wegen der Kleinheit von q kann hier $\left(\frac{r-a}{a}\right)^2 = 2\tau^2$ gesetzt werden. τ ist wieder erster Ordnung, deshalb kann bei einem Faktor derselben Ordnung v' durch v_0' ersetzt werden. Das ist aber hier durchwegs der Fall. Bei kleinem i ist

$$v' - \varphi' = v_0' - M' + \tau - \sqrt{2}\sqrt{\frac{q}{a}}\,\tau$$

erster Ordnung, daher auch $v_0'-M'$, so daß bei der Quadrierung der veränderliche Teil von v' höherer als zweiter Ordnung wird; im letzten Gliede ist des Faktors $\sin^2\frac{i}{2}$ wegen $v'=v_0'$ zu setzen. Analoges gilt für Neigungen nahe an 180°, so daß hier während der Dauer der Annäherung die Änderung der wahren Anomalie des Kometen vernachlässigt werden kann und nur die Änderung des Radius in Frage kommt.

Im Falle kleiner Neigungen kann deshalb hier gesetzt werden:

$$\frac{\rho^2}{a^2}=2\tau^2+(M'-\tau-v_0')^2+(v_0'+M')^2\sin^2\frac{i}{2}.$$

Die Grenzen der M' für reelle Lösungen τ erfolgen aus

$$3\left[\frac{\rho^2}{a^2}-(M'-v_0')^2-(M'+v_0')^2\sin^2\frac{i}{2}\right]+(M'-v_0')^2=0$$

oder mit Rücksicht auf die Kleinheit von i

$$M'^2-2M'v_0'\left(1-3\sin^2\frac{i}{2}\right)=\frac{3}{2}\cdot\frac{\rho^2}{a^2}-v_0'^2,$$

so daß

$$M'=v_0'\left(1-3\sin^2\frac{i}{2}\right)+\sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-4\frac{\rho}{a}\sin^2 i},$$

wobei unter der Wurzel $v_0'^2=4\frac{q}{a}$ gesetzt wurde. Man sieht, daß hier wieder der früher angegebene Grenzwert von i erhalten wird.

Ist die Neigung nahe an 180° und setzt man dieselbe gleich $\pi-i$, so erhält man zunächst

$$\frac{\rho^2}{a^2}=2\tau^2+(M'-v_0')^2\sin^2\frac{i}{2}+(v_0+M'-\tau)^2$$

und für die Grenzwerte der M'

$$M'=-v_0'\left(1-3\sin^2\frac{i}{2}\right)+\sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-4\frac{q}{a}\sin^2 i}.$$

Der Gesamtbereich der M' für gegebene i und q ist das Achtfache der Wurzelgröße und die Wahrscheinlichkeit

$$w=\frac{4}{\pi}\sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{\rho^2}{a^2}-4\frac{q}{a}\sin^2 i}.$$

Ferner ist

$$V=\frac{1}{4}\int_0^{i_1}w\,d\,(\sin^2 i)=\frac{1}{4\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\,\frac{a}{q}\cdot\left(\frac{\rho}{a}\right)^3$$

und die totale Wahrscheinlichkeit

$$W_3=\frac{1}{2a}\int_{q_0}^{q_1}V\,dq=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\log\frac{q_1}{q_0}.$$

Setzt man für die untere Grenze q_0 den Sonnenhalbmesser, für $q_1=n\frac{\rho}{a}$, so ergibt sich

$$W_3=0\cdot075\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\left(2\cdot332+\log n+\log\frac{\rho}{a}\right).$$

worin unter log der Brigg'sche Logarithmus verstanden ist. Der Beitrag dieser Gruppe von Bahnen ist demnach tatsächlich höherer Ordnung, die auch durch die Zahlenwerte der Klammergröße nicht geändert wird. Für $n = 3$ oder $n = 10$ wird

$$W_3 = 0\cdot075 \left(\frac{\rho}{a}\right)^3 \left(2\cdot409 + \log \frac{\rho}{a}\right)$$

respektive

$$= 0\cdot075 \left(\frac{\rho}{a}\right)^3 \left(3\cdot332 + \log \frac{\rho}{a}\right).$$

Der eben erhaltene Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit bei kleinen Periheldistanzen gilt auch für beliebige Neigungen, daher auch für den Fall, als ρ so groß ist, daß für die noch in Betracht kommenden Periheldistanzen $4\,a\,q < \rho^2$ ist und somit i alle Werte von 0 bis $\frac{\pi}{2}$ annehmen kann. Die Bedingung der Annäherung ist dann

$$\frac{\rho^2}{a^2} = 3\tau^2 + M'^2 + v_0'^2 - 2M'v_0' \cos i - 2\,(M' - v_0' \cos i)\,\tau\,,$$

im Grenzwerte M' folgen aus

$$M' - v_0 \cos i = \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - v_0'^2 \sin^2 i}\,,$$

so daß wie früher erhalten wird

$$w = \frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{\rho^2}{a^2} - \frac{4q}{a} \sin i}\,.$$

$V = \frac{1}{2}\int_0^{i_1} w \sin i\, di$ ist hier streng durchzuführen; es ist dann

$$V = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3}{2}}\, \frac{\rho}{a} \int_0^{i_1} \sqrt{1 - h^2 \sin^2 i} \cdot \sin i\, di\,,$$

wo $h^2 = \frac{4\,a\,q}{\rho^2}$ ist, oder

$$V = -\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{3}{2}}\, \frac{\rho}{a} \left\{\cos i \sqrt{1 - h^2 \sin^2 i} + \frac{1 - h^2}{h} \log \left[h \cos i + \sqrt{1 - h^2 \sin^2 i}\right]\right\}\Bigg|_0^{i_1}.$$

Ist $q' = \frac{\rho^2}{4\,a}$, so hat man für sämtliche $q \leqq q'$ als obere Grenze $\frac{\pi}{2}$ zu nehmen, so daß in diesem Falle

$$V = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\rho}{a} \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - h^2}{h} \log \frac{1 + h}{1 - h}\right]$$

wird. Ferner ist

$$W = \frac{1}{2a} \int_0^{q'} V\, dq = \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho^2}{a^2} \int_0^1 V\, d\,(h^2) =$$

$$= \frac{1}{8\pi}\, \frac{\rho^3}{a^3} \sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{8\pi}\, \frac{\rho^3}{a^3} \sqrt{\frac{3}{2}} \int_0^1 (1 - h^2) \log \left(\frac{1 + h}{1 - h}\right) dh\,.$$

Nun ist das letzte Integral für unbestimmte Grenzen gleich

$$\frac{1}{3}\cdot(2-h)\,(1+h)^2\,\log(1+h)+\frac{1}{3}\,(2+h)\,(1-h)^2\log(1-h)-\frac{1}{3}\,h^2$$

und für die Grenzen 0 und 1 $-\frac{1}{3}\,(4\log 2-1)$, woraus

$$W=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\,(1+2\log 2)\left(\frac{\rho}{a}\right)^3$$

wird.

Wenn hingegen $q>q'$, also $h>1$ ist, so ist die obere Grenze i_1 gegeben durch $\sin i_1=\frac{1}{h}$; dann ergibt sich für V der Wert

$$V=\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{3}{2}}\cdot\frac{\rho}{a}\left[1+\frac{1}{2}\cdot\frac{1-h^2}{h}\log\left(\frac{h+1}{h-1}\right)\right]$$

und für W:

$$W=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{3}{2}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\int_1^{h_1}\left[1+\frac{1}{2}\cdot\frac{1-h^2}{h}\log\left(\frac{h+1}{h-1}\right)\right]d\,(h^2)\;;\;h_1^2=\frac{4\,a\,q_1}{\rho^2}$$

wo q_1 wieder die obere Grenze der als klein anzusehenden Periheldistanzen ist, also wie oben $=n\rho$ gesetzt werden kann, wenn n eine Zahl von wenigen Einheiten bedeutet.

Da das unbestimmte Integral

$$\int(1-h^2)\log\left(\frac{h+1}{h-1}\right)dh=\frac{1}{3}\,(2-h)\,(h+1)^2\log(h+1)+\frac{1}{3}\,(2+h)\,(h-1)^2\log(h-1)-\frac{1}{3}\,h^2$$

ist, so wird

$$W=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\left\{h_1^2+\left(1-\frac{h_1}{2}\right)(h_1+1)^2\log(h_1+1)+\right.$$

$$\left.+\left(1+\frac{h_1}{2}\right)(h_1-1)^2\log(h_1-1)-1-2\log 2\right\}.$$

Vereinigt man diesen Ausdruck mit dem soeben für 0 bis q' gefundenen, so erhält man

$$W_3=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\left(\frac{\rho}{a}\right)^3h_1^2\left\{1+\left(1-\frac{h_1}{2}\right)\left(1+\frac{1}{h_1}\right)^2\left[\log h_1+\log\left(1+\frac{1}{h_1}\right)\right]+\right.$$

$$\left.+\left(1+\frac{h_1}{2}\right)\left(1-\frac{1}{h_1}\right)^2\left[\log h_1+\log\left(1-\frac{1}{h_1}\right)\right]\right\}.$$

Entwickelt man nach der kleinen Größe $\frac{1}{h_1}$, so fallen die Glieder nullter Ordnung weg und es bleibt, abgesehen von Größen höherer Ordnung innerhalb der großen Klammer, nur

$$\frac{2}{h_1{}^2}\log h_1,$$

so daß

$$W_3=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\log h_1^2=\frac{1}{8\pi}\sqrt{\frac{2}{3}}\left(\frac{\rho}{a}\right)^3\log\frac{4\,a\,q_1}{\rho_2}.$$

Nimmt man wie oben als untere Grenze der Periheldistanzen den Sonnenhalbmesser q_0, so ergibt sich als Wahrscheinlichkeit für sämtliche q zwischen q_0 und q_1

$$W_3 = \frac{1}{8\rho}\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{\rho}{a}\right)^3 \log \frac{q_1}{q_0}$$

übereinstimmend mit dem früher unter der beschränkten Annahme der kleinen Neigungen gefundenen Wert. Es ist demnach auf jeden Falle die Wahrscheinlichkeit für kleine Periheldistanzen von höherer Ordnung.

7.

Das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ist folgendes: Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Kometenannäherung unter einer bestimmten Grenze ρ stattfindet, ist für die einzelnen Gruppen von Bahnen:

$$W_a = 0\cdot 2217 \left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 094 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2} \text{ für } q \text{ von } a+\rho \text{ bis } a$$

$$W_i = 0\cdot 2217 \left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 005 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2} \text{ für } q \text{ von } a \text{ bis } a-\rho$$

$$W_1 = \qquad 0\cdot 030 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2} \text{ für } q \text{ von } a-\rho \text{ bis } a-3\rho$$

$$W_2 = \qquad 0\cdot 029 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2} \text{ für } q \text{ von } a-3\rho \text{ bis } 3\rho.$$

Da diese Ausdrücke nicht die Wahrscheinlichkeit innerhalb der betreffenden Gruppe, sondern die absolute Wahrscheinlichkeit geben, so stellt ihre Summe die totale Wahrscheinlichkeit vor, als welche man schließlich erhält

$$W = 0\cdot 443 \left(\frac{\rho}{a}\right)^2 - 0\cdot 040 \left(\frac{\rho}{a}\right)^{5/2}.$$

Dieses Resultat ist natürlich nur für kleine ρ giltig, wie aus der Art der Entwicklung hervorgeht, etwa für $\rho < 0\cdot 1\, a$. Für etwas größere ρ fallen die beiden letzten Gruppen bezüglich der in Frage kommenden Größenordnungen wohl zusammen, wodurch übrigens in den hier berücksichtigten Gliedern nichts geändert wird. Man könnte höchstens noch die in W_2 und W_3 mit etwas größeren Koeffizienten versehenen Glieder $\left(\frac{\rho}{a}\right)^3$ mitnehmen, für welche gefunden wurde:

$$0\cdot 029\,(2\cdot 567 \log \frac{1}{\rho} - 1\cdot 298),$$

respektive

$$0\cdot 075\,(2\cdot 409 + \log \rho),$$

welche vereinigt ein Glied

$$0\cdot 123 \left(\frac{\rho}{a}\right)^3$$

geben, durch dessen Berücksichtigung die Resultate nicht wesentlich geändert werden.

Nach dieser Endformel ergeben sich für eine Reihe von $\frac{\rho}{a}$ die nachfolgenden Wahrscheinlichkeiten:

$\frac{\rho}{a}$	W	$\frac{\rho}{a}$	W
0·01	1:25000	0·13	1:132
0·02	1: 5600	0·14	1:115
0·03	1: 2600	0·15	1:100
0·04	1: 1400	0·16	1: 87
0·05	1: 930	0·17	1: 77
0·06	1: 650	0·18	1: 69
0·07	1: 470	0·19	1: 62
0·08	1: 360	0·20	1: 56
0·09	1: 290	0·21	1: 50
0·10	1: 230	0·22	1: 46
0·11	1: 190	0·23	1: 42
0·12	1: 160	0·24	1: 38
0·25	1: 35		

Von einem Vergleich dieser Angaben mit den Verhältnissen der bisher bekannten Kometenbahnen mußte vorläufig wegen der Langwierigkeit der diesbezüglichen Untersuchungen abgesehen werden. Vermutlich würden sich daraus etwas größere empirische Wahrscheinlichkeiten ergeben, da ja mit der größeren Annäherung auch die Auffindungsbedingungen günstiger werden, ein Umstand, der teilweise wohl wieder dadurch kompensiert wird, daß die hier gefundenen Zahlen wegen der besonderen Lage der Bahnen größer sind, als bei den tatsächlichen Verhältnissen.

8.

Von Belang für die Beurteilung der berechneten Bahnform eines Kometen wird die Frage sein, welches Stück der Bahn geozentrischen Distanzen entspricht, die unter einer gegebenen Grenze liegen, was darauf hinauskommt, das Verhalten von ρ in der Umgebung seines Minimalbetrages zu untersuchen.

Aus den Differentialformeln für die parabolische Bewegung

$$\frac{dv}{dt} = k\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{q}}{r^2}, \quad \frac{d^2v}{dt^2} = -\frac{2k^2 \sin v}{r^3}, \ldots$$

erhält man für die Umgebung eines Ausgangsortes r_0, v_0:

$$\operatorname{tg}\frac{v}{2} = \operatorname{tg}\frac{v_0}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{a}{q}} \cdot \frac{a}{r_0}\tau - \frac{1}{2}\operatorname{tg}\frac{v_0}{2} \cdot \left(\frac{a}{r_0}\right)^3 \tau^2 + \ldots$$

wo wie früher $\tau = \frac{k}{a^{3/2}} t$ gesetzt wurde. Man erhält aus diesem ebenso:

$$\frac{r}{a} = \frac{r_0}{a} + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{a}{q}} \sin v_0 \,.\, \tau + \frac{1}{2}\left(\frac{a}{r_0}\right)^2 \cos v_0 \, \tau^2 + \ldots.$$

Ist ferner φ_0 der der Ausgangsstelle entsprechende Erdort, so ist $\varphi = \varphi_0 + \tau$.

Führt man nun in

$$\rho^2 = a^2 + r^2 - 2ar \; (\cos v \cos \varphi + \sin v \sin \varphi \cos i)$$

für

$$r^2, \quad r \cos v = q\left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{v}{2}\right), \quad r \sin v = 2q \operatorname{tg} \frac{v}{2}$$

diese Reihenentwicklungen ein, ebenso für

$$\cos \varphi = \cos \varphi_0 - \sin \varphi_0 . \tau - \frac{1}{2} \cos^2 \varphi_0 . \tau^2 + \ldots$$

$$\sin \varphi = \sin \varphi_0 + \cos \varphi_0 \tau - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi_0 . \tau^2 - \ldots .$$

so erhält man die geozentrische Distanz in der Form:

$$\left(\frac{\rho}{a}\right)^2 = \left(\frac{\rho_0}{a}\right)^2 + A\tau + B\tau^2 + \ldots .$$

wo

$$\left(\frac{\rho_0}{a}\right)^2 = 1 + \frac{q^2}{a^2}\left(1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right)^2 - 2\frac{q}{a}\left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right) \cos \varphi_0 - 4 \frac{q}{a} \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \sin \varphi_0 \cos i,$$

$$A = 2\sqrt{2}\sqrt{\frac{q}{a}} \operatorname{tg} \frac{v_0}{2}\left(1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right) + 2\frac{q}{a}\left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right) \sin \varphi_0$$

$$+ 2\sqrt{2}\sqrt{\frac{q}{a}} \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}} \cdot \cos \varphi_0 -$$

$$- 4\frac{q}{a} \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \cos \varphi_0 \cos i - 2\sqrt{2}\sqrt{\frac{a}{q}} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}} \cdot \sin \varphi_0 \cos i$$

$$B = \frac{a}{q}\left(1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right)^2$$

$$+ \frac{q}{a}\left[\left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right) \cos^2 \varphi_0 + \left(\frac{a}{q}\right)^3 \left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}\right)^2 \cos \varphi_0 - 2\sqrt{2}\left(\frac{a}{q}\right)^{\frac{3}{2}} \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}} \cdot \sin \varphi_0\right] +$$

$$+ 2\frac{q}{a} \cos i \left[\left(1 + \frac{a^3}{q^3}\right) \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \sin \varphi_0 - \sqrt{2} \cdot \left(\frac{a}{q}\right) \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2}} \cos \varphi_0\right].$$

Soll nun ρ_0 ein Minimum, so muß $A = 0$ sein, durch welche Bedingung bei einer vorgelegten Kometenbahn jedem Erdort eine bestimmte Stelle derselben für den Eintritt des Minimums sowie eine bestimmte Minimaldistanz zugeordnet wird. Die zu behandelnde Aufgabe wird darin bestehen, von einer Minimaldistanz ρ_0 ab, deren Wahrscheinlichkeit über einer gewissen Grenze liegt, jenen Bogen der Kometenbahn zu bestimmen, für welchen die geozentrischen Distanzen unter einer gegebenen Größe $\rho > \rho_0$ bleiben.

Da der Zusammenhang der fraglichen Größen durchaus kein einfacher ist, so wird es sich empfehlen gewisse einschließende Grenzfälle numerisch zu behandeln, umsomehr, als es nur darauf ankommen wird einen ungefähren Begriff von der Ausdehnung dieser Bahnstücke zu gewinnen.

Man wird für diesen Zweck schon den obigen Bedingungsgleichungen Formen geben können, die für die numerische Auswertung bequemer sind. Da es sich immerhin um kleinere Beträge für ρ_0 handeln wird, so kann man annehmen, daß φ_0 von v_0, respektive $-v_0$, je nachdem $i \lesseqgtr 90°$ ist, auch nur um kleine Beträge verschieden sein wird. Setzt man daher $\varphi = \pm v_0 + \xi$ und berücksichtigt nur erste Potenzen von ξ, so wird diese Genauigkeit für die vorliegenden Zwecke völlig ausreichen. Die Entwicklung der beiden Bedingungsgleichungen: Minimaldistanz $= \rho_0$ und $A = 0$ ergibt nach einigen leichten Reduktionen:

$i < 90°$

$$\rho_0^2 = 1-2q\sec^2\frac{v_0}{2}+q^2\sec^4\frac{v_0}{2}+qR_1\sin^2\frac{i}{2}+qR_2\sin^2\frac{i}{2}\cdot\xi$$

$$0 = A_1-A_2q+A_3\sin^2\frac{i}{2}+A_4\sin^2\frac{i}{2}\cdot\xi+A_5\sin^2\frac{i}{2}\cdot q^{3/2};$$

$i > 90°$

$$\rho_0^2 = 1-2q\sec^2\frac{v_0}{2}+q^2\sec^4\frac{v_0}{2}+qR_1\cos^2\frac{i}{2}-qR_2\cos^2\frac{i}{2}\cdot\xi$$

$$0 = A_1-A_2q+A_3\cos^2\frac{i}{2}-A_4\cos^2\frac{i}{2}\cdot\xi-A_5\cos^2\frac{i}{2}\cdot q^{3/2}.$$

Die Größen R und A hängen nur von v_0 ab, und zwar ist

$$R_1 = 8\sin v\,\mathrm{tg}\frac{v}{2}\qquad R_2 = 8\cos v\,\mathrm{tg}\frac{v}{2}$$

$$A_1 = \frac{1}{4}\sqrt{2}\,\mathrm{tg}\frac{v}{2}\qquad A_2 = \frac{1}{4}\sqrt{2}\,\mathrm{tg}\frac{v}{2}\sec^2\frac{v}{2}\qquad A_3 = \frac{1}{2}\sqrt{2}\sin v$$

$$A_4 = \frac{1}{2}\sqrt{2}(\cos v-\sin^2 v)\qquad A_5 = \mathrm{tg}\frac{v}{2}\left(1-\mathrm{tg}^2\frac{v}{2}\right),$$

wobei wie in allen folgenden numerischen Entwicklungen $a = 1$ gesetzt wurde.

Die nachstehende Tabelle soll einen Überblick über den Gang dieser Größen geben:

v	R_1	R_2	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
0°	0·000	0·000	0·000	0·000	0·000	0·707	0·000
10°	0·122	0·689	0·031	0·031	0·123	0·675	0·087
20°	0·483	1·326	0·062	0·064	0·242	0·582	0·171
30°	1·072	1·856	0·095	0·102	0·354	0·436	0·249
40°	1·872	2·231	0·129	0·146	0·455	0·249	0·316
50°	2·858	2·398	0·165	0·201	0·542	0·040	0·365
60°	4·000	2·309	0·204	0·272	0·612	—0·177	0·385
70°	5·264	1·916	0·248	0·369	0·664	—0·383	0·357
80°	6·611	1·166	0·297	0·506	0·696	—0·563	0·248
90°	8·000	0·000	0·354	0·707	0·707	—0·707	0·000
100°	9·389	—1·656	0·421	1·020	0·696	—0·809	—0·501
110°	10·736	—3·908	0·505	1·535	0·664	—0·866	—1·485
120°	12·000	—6·928	0·612	2·449	0·612	—0·884	—3·464
130°	13·142	—11·028	0·758	4·235	0·542	—0·869	—7·718

Sind diese Bedingungen erfüllt, dann ist

$$\rho^2 = \rho_0^2+B\tau^2 \text{ oder } \tau = \sqrt{\frac{\rho^2-\rho_0^2}{B}},$$

woraus sich die zugehörigen Anomalien und damit auch jenes Bahnstück finden läßt, in welchem die geozentrische Distanz unterhalb eines gegebenen Betrages ρ bleibt.

Macht man nun eine bestimmte Annahme über ρ_0, so läßt sich nach der früheren Untersuchung die Wahrscheinlichkeit $1-W$ angeben, daß ρ_0 nicht erreicht wird, das heißt, es läßt sich angeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Annäherung $< \rho$ außerhalb der Umgebung ρ_0 des Kometen verläuft, mit welcher Wahrscheinlichkeit daher die Folgerungen bezüglich der Genauigkeit der Elementenbestimmung — so weit sie von den Distanzverhältnissen abhängt — nicht erreicht werden.

Da die auf die vorliegende Frage Bezug nehmenden allgemeinen Relationen nur schwer einen Einblick in die dabei auftretenden Verhältnisse gestatten, so sollen nun tatsächlich bestimmte Annahmen gemacht und für diese die Art der Annäherung ermittelt werden. Es soll $\rho_0 = \frac{1}{4}$ gesetzt werden; das bedeutet nach dem Früheren eine Umgebung des Himmelskörpers, deren Erreichung unter 35 Fällen 1mal zu erwarten ist. Es sei ferner nach jenem Stück der Kometenbahn gefragt, welches geozentrischen Entfernungen kleiner als $\frac{1}{2}$ entspricht.

In diesem Falle ist

$$\sqrt{\rho^2-\rho_0^2} = 0\cdot 433.$$

Da ferner $\sin\xi \leqq \rho_0$ sein muß, so erhält man als obere Grenze der ξ: 14° 29'.

Ebenso erhält man für jede Periheldistanz q gewisse Grenzen, in welche man die Anomalie des Kometen von vornherein einschließen kann, durch die unmittelbar einzusehende Bedingung daß $\cos^2\frac{v_0}{2}$ zwischen $\frac{q}{1+\rho_0}$ und $\frac{\rho}{1-\rho_0}$ liegen muß.

Man erhält daraus für

$q = \frac{5}{4}$ als Grenzen der v	0°
$q = 1$ » » » v	0°...... 53° 8'
$q = \frac{3}{4}$ » » » v	0°...... 78° 28'
$q = \frac{1}{2}$ » » » v	70° 32'..101° 32'
$q = \frac{1}{4}$ » » » v	109° 28'..126° 52'.

Wenn man nun tatsächlich die verschiedenen Umstände der zu untersuchenden Annäherung ermitteln wollte, so könnte man die Gebiete v noch weiter einengen, respektive gewisse Teile der Bahn von vornherein ausschließen, in welchen ein Minimum von der vorgeschriebenen Größe $\rho_0 = \frac{1}{4}$ nicht eintreten kann.

Aus den beiden Bedingungsgleichungen folgt nämlich:

Für $i < 90°$

$$\sin^2\frac{i}{2} = \frac{A_2 q - A_1}{A_3 + A_5 q^{\frac{1}{2}} + A_4 \xi}$$

und

$$\sin^2\frac{i}{2} = \frac{\rho_0^2-(1-r_0)^2}{q\,(R_1+R_2\,\xi)};$$

Für > 90°

$$\cos^2 \frac{i}{2} = \frac{A_2 q - A_1}{A_3 - A_5 q^{3/2} - A_4 \xi}$$

und

$$\cos^2 \frac{i}{2} = \frac{\rho_0^2 - (1 - r_0)^2}{q\,(R_1 - R_2 \xi)}.$$

Da ξ absolut genommen höchstens gleich $\frac{1}{4}$ sein kann, so wird man durch Einführung von $\xi = \pm \frac{1}{4}$ für jedes v_0 aus beiden Bedingungsgleichungen Grenzen für i angeben können. Nur dann, wenn beide so erhaltenen Bereiche für i einen gemeinsamen reellen Teil haben, kommt die betreffende Ausgangsanomalie v_0 überhaupt in Frage.

Von einer derartigen Untersuchung soll aber hier abgesehen werden, umsomehr, als es sich schließlich nur um die Dauer einer derartigen Annäherung handeln wird und ihre Abhängigkeit von den einzelnen Umständen, ganz abgesehen davon, ob im einzelnen Falle gerade ein derartiges Minimum zu Stande kommen kann.

9.

Die Frage wird also dahingehen, die Werte der Koeffizienten B für die einzelnen, von vornherein in Frage kommenden Gebiete festzustellen. Man kann zum Zwecke der numerischen Auswertung dieser Größe für den Fall eines bestimmten ρ_0 eine bequemere Darstellung angeben. Es ist

$$2B = \frac{d^2(\rho^2)}{d\tau^2} =$$

$$\frac{d^2(r^2)}{d\tau^2} - 2\cos\varphi \frac{d^2(r\cos v)}{d\tau^2} - 2\sin\varphi\cos i \frac{d^2(r\sin v)}{d\tau^2}$$

$$+ 4\sin\varphi \frac{d(r\cos v)}{d\tau} - 4\varphi\cos i \frac{d(r\sin v)}{d\tau}$$

$$+ 2r\cos v\cos\varphi + 2r\sin v\sin\varphi\cos i.$$

Nun ist

$$\frac{d(r^2)}{d\tau} = 2\sqrt{2q}\,\mathrm{tg}\frac{v}{2} \qquad \frac{d^2(r^2)}{d\tau^2} = \frac{2\cos^2\frac{v}{2}}{q} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{d(r\cos v)}{d\tau} = -\frac{\sin v}{\sqrt{2q}} \qquad \frac{d^2(r\cos v)}{d\tau^2} = -\frac{\cos v}{r^2}$$

$$\frac{d(r\sin v)}{d\tau} = \sqrt{\frac{2}{q}}\cos^2\frac{v}{2} \qquad \frac{d^2(r\sin v)}{d\tau^2} = -\frac{\sin v}{r^2}.$$

Daraus folgt:

$$\frac{d^2(\rho^2)}{d\tau^2} = \frac{2}{r} + 2\left(\frac{1}{r^2} + r\right)(\cos\varphi\cos v + \sin\varphi\sin v\cos i) +$$

$$+ 2\sqrt{\frac{2}{q}}\left(\sin\varphi\sin v - 2\cos\varphi\cos^2\frac{v}{2}\cos i\right).$$

Da aber

$$\cos\varphi\cos v + \sin\varphi\sin v\cos i = \frac{1+r^2}{2r} - \frac{\rho^2}{2r},$$

so wird

$$\frac{d^2(\rho^2)}{d\tau^2} = \frac{1}{r}\left[3 + r^3 + \left(\frac{1}{r^2} + r\right)(1-\rho^2)\right] + 2\sqrt{\frac{2}{q}}\left(\sin\varphi\sin v - 2\cos\varphi\cos^2\frac{v}{2}\cos i\right).$$

Für einen gegebenen Minimalwert ρ_0 hängt der erste Teil nur mehr von r ab. Bezeichnet man denselben mit R, so erhält man für $\rho = \frac{1}{4}$ innerhalb der in Frage kommenden Grenzen $r = 0{\cdot}75$ bis $r = 1{\cdot}25$:

r	R		r	R	
0·75	7·727	125	1·00	5·875	37
0·76	7·602	120	1·01	5·838	35
0·77	7·482	114	1·02	5·803	33
0·78	7·368	107	1·03	5·770	32
0·79	7·261	102	1·04	5·738	30
0·80	7·159	99	1·05	5·708	29
0·81	7·060	94	1·06	5·679	28
0·82	6·966	89	1·07	5·651	26
0·83	6·877	84	1·08	5·625	24
0·84	6·792	78	1·09	5·601	22
0·85	6·716	76	1·10	5·579	21
0·86	6·640	73	1·11	5·558	20
0·87	6·567	70	1·12	5·538	19
0·88	6·497	67	1·13	5·519	18
0·89	6·430	62	1·14	5·501	16
0·90	6·368	60	1·15	5·485	15
0·91	6·308	58	1·16	5·470	14
0·92	6·250	55	1·17	5·456	13
0·93	6·195	53	1·18	5·443	12
0·94	6·142	51	1·19	5·431	11
0·95	6·091	48	1·20	5·420	10
0·96	6·043	45	1·21	5·410	9
0·97	5·998	43	1·22	5·401	8
0·98	5·955	41	1·23	5·393	7
0·99	5·914	39	1·24	5·386	6
1·00	5·875		1·25	5·380	

Bezüglich der beiden letzten Glieder kann man sich eine Vereinfachung erlauben: φ kann sich von v höchstens um den Betrag von etwa 14° unterscheiden. Setzt man als einen mittleren Wert $\varphi = v$, so können sich die wahren Werte von B von den so ermittelten nur um Größen unterscheiden, die für die vorliegende Frage ganz belanglos sind. Man wird demnach setzen können

$$\frac{d^2(\rho^2)}{d\tau^2} = R - S_1 - S_2 \cos i$$

wo

$$S_1 = 2\sqrt{\frac{2}{q}}\sin^2 v,\ S_2 = 4\sqrt{\frac{2}{q}}\cos v \cos^2\frac{v}{2} \text{ ist.}$$

Mit Hilfe dieser Größen sind nun für die oben angegebenen Periheldistanzen die Koeffizienten B und jene τ berechnet worden, die dem Anwachsen der geozentrischen Distanz vom Minimum $\frac{1}{4}$ bis $\rho = \frac{1}{2}$ entsprechen. Übrigens ist in jenen Fällen, in welchen wegen der Größe von τ dieses Verfahren keine genügende Annäherung darstellt, der Wert τ direkt ermittelt worden.

(1) $q = \frac{5}{4}$.

Es kommt hier nur $v = 0$ in Frage. Dann ist

$$R = 5\cdot380 \quad S_1 = 0\cdot000 \quad S_2 = 5\cdot060.$$

Neigungen sind sämtliche möglich. Es findet sich für

i	$2B$	τ
0°	0·320	0·913
30°	0·998	0·616
60°	2·850	0·361
90°	5·380	0·264
120°	7·910	0·217
150°	9·762	0·196
180°	10·440	0·189

(2) $q = 1 \quad v = 0° \ldots\ 53°\ 8'$.

$$v = 0 \quad R = 5\cdot875 \quad S_1 = 0\cdot000 \quad S_2 = 5\cdot657$$

$$i = 0° \ldots\ 180°$$

i	$2B$	τ
0°	0·218	1·150
30°	0·978	0·618
60°	3·046	0·350
90°	5·875	0·251
120°	8·704	0·207
150°	10·774	0·186
180°	11·532	0·179

$v = 10 \quad R = 5 \cdot 846 \quad S_1 = 0 \cdot 085 \quad S_2 = 5 \cdot 528$

$i = 0° \ldots \; 180°$

i	$2B$	τ
0°	0·233	0·979
30°	0·974	0·620
60°	3·082	0·353
90°	5·846	0·255
120°	8·610	0·209
150°	10·718	0·187
180°	11·459	0·182

$v = 20° \quad R = 5 \cdot 767 \quad S_1 = 0 \cdot 331 \quad S_2 = 5 \cdot 155$

$i = 0° \ldots \; 47° \, 7'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·281	0·902
47° 7′	1·920	0·260
132° 53′	9·609	0·198
180° 0′	11·253	0·183

$v = 30° \quad R = 5 \cdot 646 \quad S_1 = 0 \cdot 707 \quad S_2 = 4 \cdot 571$

$i = 0° \ldots \; 30° \, 5'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·368	0·779
30° 5′	0·985	0·331
149° 55′	10·307	0·191
180° 0′	10·924	0·190

$v = 40° \quad R = 5 \cdot 515 \quad S_1 = 1 \cdot 169 \quad S_2 = 3 \cdot 826$

$i = 0° \ldots \; 22° \, 57'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·520	0·623
22° 57′	0·822	0·338
157° 3′	10·208	0·192
180° 0′	10·510	0·189

$v = 50°$ $R = 5·404$ $S_1 = 1·660$ $S_2 = 2·987$

$i = 0° \ldots\ 19°\ 6'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·757	0·444
19° 6′	0·921	0·244
160° 54′	9·887	0·195
189° 0′	10·051	0·194

(3) $q = \frac{3}{4}$ $v = 0°\ 0' \ldots\ 78°\ 28'$

$v = 0°$ $R = 7·727$ $S_1 = 0·000$ $S_2 = 6·532$

$i = 0° \ldots\ 180°$

i	$2B$	τ
0°	1·195	0·560
30°	2·070	0·426
60°	4·461	0·290
90°	7·727	0·221
120°	10·993	0·185
150°	13·384	0·167
180°	14·259	0·153

$v = 10°$ $R = 7·652$ $S_1 = 0·098$ $S_2 = 6·384$

$i = 0° \ldots\ 180°$

i	$2B$	τ
0°	1·170	0·845
30°	2·015	0·431
60°	4·362	0·293
90°	7·554	0·223
120°	10·842	0·186
150°	13 289	0·168
180°	14·134	0·166

$v = 20°$ $R = 7·448$ $S_1 = 0·373$ $S_2 = 5·953$

$i = 0° \ldots\ 47°\ 7'$

i	$2B$	τ
0° 0′	1·122	0·990
47° 7′	3·021	0·270
132° 53′	11·875	0·178
180° 0′	13·774	0·165

$v = 30°$ $R = 7 \cdot 119$ $S_1 = 0 \cdot 816$ $S_2 = 5 \cdot 278$

$i = 0° \ldots.$ $30°\ 5'$

i	$2B$	τ
0° 0′	1·025	0·974
30° 5′	1·738	0·464
149° 55′	12·500	0·173
180° 0′	13·213	0·168

$v = 40°$ $R = 6 \cdot 724$ $S_1 = 1 \cdot 349$ $S_2 = 4 \cdot 418$

$i = 0° \ldots.$ $22°\ 57'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·957	0·873
22° 57′	1·306	0·536
157° 3′	12·142	0·176
180° 0′	12·491	0·174

$v = 50°$ $R = 6 \cdot 291$ $S_1 = 1 \cdot 917$ $S_2 = 3 \cdot 449$

$i = 0° \ldots.$ $19°\ 6'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·925	0·757
19° 6′	1·115	0·579
160° 54′	11·467	0·186
180° 0′	11·657	0·184

$v = 60°$ $R = 5 \cdot 875$ $S_1 = 2 \cdot 449$ $S_2 = 2 \cdot 449$

$i = 0° \ldots.$ $16°\ 49'$

i	$2B$	τ
0° 0′	0·977	0·619
16° 49′	1·082	0·589
163° 11′	10·668	0·216
180° 0′	10·773	0·215

$v = 70$ $R = 5 \cdot 544$ $S_1 = 2 \cdot 884$ $S_2 = 1 \cdot 499$

$i = 0° \ldots.$ $15°\ 28'$

i	$2B$	τ
0° 0′	1·161	0·347
15° 28′	1·315	0·411

i	$2B$	τ
164° 32′	9·773	0·241
180° 0′	9·927	0·239

(4) $q = \frac{1}{2}$ $v = 70° \, 32' \ldots\ldots 101° \, 32'$

$v = 70°$ $R = 7·727$ $S_1 = 3·532$ $S_2 = 1·836$

$i = 0° \ldots\ldots 15° \, 28'$

i	$2B$	τ
0° 0′	2·359	0·765
15° 28′	2·438	0·752
164° 32′	13·016	0·149
180° 0′	13·095	0·135

$v = 80°$ $R = 6·701$ $S_1 = 3·879$ $S_2 = 0·815$

$i = 0° \ldots\ldots 14° \, 44'$

i	$2B$	τ
0° 0′	2·007	0·629
14° 44′	2·034	0·626
165° 16′	11·368	0·182
180° 0′	11·395	0·180

$v = 90°$ $R = 5·875$ $S_1 = 4·000$ $S_2 = 0·000$

$i = 0° \ldots\ldots 14° \, 31'$

i	$2B$	τ
0° 0′ 14° 31′	1·875	0·486
165° 29′ 180° 0′	9·875	0·225

$v = 100°$ $R = 5·410$ $S_1 = 3·875$ $S_2 = -0·574$

$i = 0° \ldots\ldots 14° \, 44'$

i	$2B$	τ
0° 0′	2·109	0·276
14° 44′	2·190	0·271
165° 16′	8·730	0·275
180° 0′	8·711	0·275

(5) $q = \frac{1}{4}$ $\quad v = 109°\ 28' \ldots\ 126°\ 52'$

$v = 110° \quad R = 7\cdot602 \quad S_1 = 4\cdot995 \quad S_2 = 1\cdot272$

$i = 0° \ldots\ 15°\ 28'$

i	$2B$	τ
0° 0'	3·879	0·573
15° 28'	3·833	0·577
164° 32'	11·371	0·132
180° 0'	11·325	0·133

$v = 120° \quad R = 5\cdot875 \quad S_1 = 4\cdot243 \quad S_2 = -1\cdot414$

$i = 0° \ldots\ 16°\ 49'$

i	$2B$	τ
0° 0'	3·046	0·386
16° 49'	2·985	0·390
163° 11'	8·765	0·238
180° 0'	8·704	0·239

Eine Übersicht der hier ermittelten Werte für τ läßt erkennen, daß in der überwiegenden Zahl von Fällen τ zwischen 0·10 und 0·45 liegt und daß auch hierin die kleineren Werte vorherrschen. Es sind nur wenige Gruppen, die darüber hinaus, und nur einzelne Fälle geben $\tau > 0\cdot6$. Da diese hauptsächlich dann auftreten, wenn die Neigung klein ist, aber sämtliche Neigungen a priori möglich sind, so kommt ihnen auch eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit innerhalb der betreffenden Gruppe zu.

Setzt man beispielsweise $\tau = 0\cdot5$, was in Bogenmaß ausgedrückt ungefähr $\tau = 30°$ entsprechen würde, so ist der Bereich der Fälle, in welchen dieser Betrag überschritten wird und zwar um Größen, die hier in's Gewicht fallen können, ein sehr kleiner, von den Fällen, in welchen sämtliche Neigungen in Betracht kommen, etwa 0·06 des ganzen Bereiches und ähnlich in den übrigen, so daß etwa 0·1 der Fälle den Betrag überschreiten.

10.

Die bisherigen Untersuchungen sollten die Aufgabe lösen, eine Vorstellung von der Wahrscheinlichkeit und dem Verlauf einer Kometenannäherung zu geben, von dem ja wesentlich die Genauigkeit der Elementenbestimmung, daher auch die Möglichkeit, Abweichungen von der Parabel zu erkennen, abhängt.

Man wird sich nun als nächste Aufgabe die Frage vorlegen: Wie groß sind diese Abweichungen, wenn man statt des beobachteten Bogens einer parabelnahen Bahn ein demselben möglichst naheliegendes Parabelstück supponiert? In einem konkreten Fall wird es sich um einen Parabelbogen handeln, der geozentrische Orte ergibt, die sich den Beobachtungen am besten anschließen, so zwar, daß die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum wird. Diese »beste« Parabelbahn kann natürlich hier nicht herangezogen werden, da deren Festlegung von einer Mannigfaltigkeit von Umständen abhängt, die in einer allgemeinen Betrachtung wohl kaum in ihren Einflüssen zu übersehen ist. Man wird aber trotzdem den Bereich unmerk-

licher Abweichungen in gewisse Grenzen einschließen können: ersetzt man das Bahnstück durch einen Parabelbogen, der nach irgend einem Modus ersterem sehr nahe kommt und sucht nun jene Bedingungen, unter welchen die Abweichungen der wahren Bahn von dieser Parabel unmerklich sind, so werden diese Bedingungen auch gewiß für jene Parabel ausreichend sein, welche die beobachteten Orte am besten darstellt, d. h., die Abweichungen von letzterer werden dann sicher der Beobachtung nicht zugänglich sein und man hat somit wenigstens Grenzen erhalten, innerhalb deren das Erkennen einer elliptischen oder hyperbolischen Bahn mit Bestimmtheit als unter einer gewissen Wahrscheinlichkeit liegend anzunehmen ist.

Es sei die wahre Bahn eines Kometen eine parabelnahe Ellipse von der Periheldistanz q und der Exzentrizität $1-\eta$ und η so klein, daß nur die erste Potenz zu berücksichtigen ist. Dann ist

$$r = \frac{q}{\cos^2 \frac{v}{2}} \left(1 - \frac{\eta}{2}\right).$$

Mit r_0, v_0 soll jener Punkt der Bahn bezeichnet werden, in welchem die größte Annäherung an die Erde stattfindet. Für diese Bahn soll nun eine Parabel substituiert werden, die durch folgende Bestimmungen festgelegt wird:

Man denke sich zunächst in der ursprünglichen Bahnebene eine Parabel, die durch einen Punkt geht, der in der Normalen von (r_0, v_0) liegt und von diesem um den Betrag ζ entfernt ist, der auch als kleine Größe erster Ordnung betrachtet werden soll. Bezeichnet man alle Größen, die sich auf die Parabelpunkte beziehen, durch Akzente, so ist

$$r'_0 - r_0 = \zeta \cos \frac{v_0}{2}.$$

und der Winkel zwischen beiden Radien

$$\sphericalangle (r'_0, r_0) = \frac{\zeta}{q} \sin \frac{v_0}{2} \cos^2 \frac{v_0}{2}.$$

Die Tangente in diesem Parabelpunkt soll mit der Tangente in (r_0, v_0) den ebenfalls kleinen Winkel ε einschließen. Dadurch ist die Parabel definiert. Der Winkel der Normale der Parabel mit r'_0 ist $\frac{v_0}{2} - \sphericalangle (r'_0, r_0) + \varepsilon$ und muß gleich $\frac{v'_0}{2}$ sein. Ist nun ω der Unterschied der beiden Perihellängen, so ist andrerseits $v'_0 + \omega = v_0 + \sphericalangle (r'_0, r_0)$, wodurch für die Bestimmung der Apsidenlinie der parabolischen Bahn erhalten wird

$$\omega = -(-\sphericalangle (r'_0, r_0) + 2\varepsilon)$$

oder

$$\omega = -\left(-\frac{\zeta}{q} \sin \frac{v_0}{2} \cos^2 \frac{v_0}{2} + 2\varepsilon\right),$$

daher

$$\frac{1}{2} \Delta v_0 = \frac{v'_0 - v_0}{2} = -\sphericalangle (r'_0, r_0) + \varepsilon = -\frac{\zeta}{q} \sin \frac{v_0}{2} \cos^2 \frac{v_0}{2} + \varepsilon.$$

Ist ferner $q + \gamma$ die Periheldistanz der Parabel, so ist

$$r'_0 = (q + \gamma) \sec^2 \left(\frac{v_0}{2} + \frac{1}{2} \Delta v_0\right)$$

oder

$$r_0 + \zeta \cos \frac{v_0}{2} = \frac{q}{\cos^2 \frac{v_0}{2}} \left(1 + \frac{\gamma}{q}\right)\left(1 + \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \cdot \Delta v_0\right).$$

woraus mit Berücksichtigung des obigen Wertes für r_0 folgt

$$\zeta \cos \frac{v_0}{2} = \frac{q}{\cos^2 \frac{v_0}{2}} \left(\frac{\gamma}{q} + \frac{\eta}{2} \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2} + \Delta v_0 \operatorname{tg} \frac{v_0}{2} \right).$$

Substituiert man für Δv_0, so erhält man für die Änderung der Periheldistanz

$$\frac{\gamma}{q} = \frac{\zeta}{q} \left(1 + \sin^2 \frac{v_0}{2} \right) \cos \frac{v_0}{2} - \frac{\eta}{2} \operatorname{tg}^2 \frac{v_0}{2} - 2\varepsilon \operatorname{tg} \frac{v_0}{2},$$

wodurch die Elemente der neuen Bahnkurve bestimmt erscheinen.

Was nun die Bewegungen in beiden Bahnen anbelangt, so sind die Geschwindigkeiten in den entsprechenden Ausgangspunkten

$$g_0 = k \sqrt{\frac{2}{r_0} - \frac{\eta}{q}}$$

und

$$g_0' = k \sqrt{\frac{2}{r_0'}},$$

demnach unter konsequenter Vernachlässigung von Größen zweiter Ordnung

$$g_0' - g_0 = \frac{k}{\sqrt{2q}} \left(\frac{\eta}{2} - \frac{\zeta}{q} \cos^5 \frac{v_0}{2} \right) \sec \frac{v_0}{2}.$$

Die gleichzeitig in der Umgebung dieser Punkte zurückgelegten Wege werden sich um den Betrag $(g_0'-g_0)\, t = \sigma$ unterscheiden, wenn t die Zwischenzeit ist und Größen von der Ordnung $\eta\, t^2$ vernachlässigt werden. Es ist daher

$$\sigma = \frac{\tau}{\sqrt{2q}} \left(\frac{\eta}{2} - \frac{\zeta}{q} \cos^5 \frac{v_0}{2} \right) \sec \frac{v_0}{2}.$$

Denkt man sich nun auch die Perihelzeit so variiert, daß im Moment des Eintreffens des Kometen in r_0 der parabolische Komet um den linearen Betrag λ von dem entsprechenden Punkt entfernt ist, so ist die Abweichung an der Ausgangsstelle durch die Komponenten ζ und λ, entsprechend der Normalen- und Tangentenrichtung, gegeben, nach der Zeit t aber durch $\zeta + l\,\varepsilon$, wenn l die Länge des zurückgelegten Bogens bedeutet, und $\lambda + \sigma$. Für l kann hier gesetzt werden $\frac{\tau\sqrt{2}}{q}$.

Wenn nun schließlich auch die Bahnebene variiert wird, und zwar in der Weise, daß um eine Knotenlinie, die von r_0 um den Winkel N absteht, eine Drehung der Ebene um den kleinen Betrag ν ausgeführt wird, so tritt noch eine Komponente senkrecht zur Bahnebene hinzu, die in r_0 den Betrag $\nu r_0 \sin N$, nach der Zeit t den Betrag $\nu r \sin (N - \Delta v)$ hat.

Es wird sich nun darum handeln zu untersuchen, ob diese fünf Variationselemente ζ, λ, ε, ν, N so bestimmt werden können, daß die scheinbaren geozentrischen Abweichungen unterhalb eines angebbaren Betrages liegen, wenn man sich auf ein bestimmtes Annäherungsgebiet in der Umgebung der Minimaldistanz beschränkt.

Es ist zunächst klar, daß für zwei Orte die scheinbare Abweichung immer zum Verschwinden gebracht werden kann und daß noch ein Element willkürlich bestimmt werden kann; es wird daher ebenso möglich sein, für einen bestimmten Moment die geozentrischen Orte zur Koinzidenz zu bringen und eine bestimmte Richtung der scheinbaren Abweichung von diesem Ort aus herzustellen und für ein fünftes Element noch irgend eine Bedingung zu erfüllen. Es fragt sich nun, ob es mit diesen Mitteln möglich ist, sowohl den linearen Betrag s der Abweichung als auch den Winkel zwischen s und ρ, von dem ja mit die

scheinbare Größe von s abhängt, innerhalb des Annäherungsgebietes unter gewissen angebbaren Grenzen zu halten.

Es kann dies zunächst von dem Winkel (s, ρ) gezeigt werden.

Die Richtungsänderung der Abweichung s ist nichts anderes als die scheinbare Bahn des zweiten Kometen, vom ersten aus gesehen. Gemäß dem Lambert'schen Satze von der Krümmung der scheinbaren Bahn kann dieselbe wegen der nahezu gleichen heliozentrischen Distanzen als ein größter Kreis angesehen werden. Nach dem eben Gesagten kann dieser größte Kreis so bestimmt werden, daß er durch einen gegebenen Punkt in einer gegebenen Richtung hindurchgeht. Das fünfte Element soll so bestimmt werden, daß die scheinbare Bogenlänge für eine gegebene Zwischenzeit einen vorgelegten Wert hat.

Die scheinbare Bahn der Erde, vom Kometen aus gesehen, hat nun eine Krümmung nach Maßgabe der Differenz der heliozentrischen Distanzen, die im Maximum ρ betragen können. Denkt man sich in dieser scheinbaren Bahn jene drei Erdorte fixiert, die der größten Annäherung ρ_0 und den beiden Grenzen ρ des ganzen Annäherungsgebietes entsprechen, so kann man die scheinbare Bahn des parabolischen Kometen (immer vom wahren Kometen aus gemeint) zu diesem Bogen der scheinbaren Erdbahn nach dem Früheren in folgende Beziehung bringen: Es soll der mittlere Kometenort mit dem mittleren Erdort koinzidieren, es soll der entsprechende Bogen der scheinbaren Kometenbahn parallel dem Stücke des größten Kreises zwischen dem ersten und dritten Erdorte verlaufen und es sollen schließlich diese beiden Bogenstücke zwischen dem ersten und dritten Erdort einerseits und dem ersten und dritten Orte des parabolischen Kometen andrerseits einander gleich sein. Dann können die entsprechenden Orte, d. h. die Richtungen von s und ρ nur um Beträge von der Ordnung der Krümmung der scheinbaren Bahn voneinander abweichen.

Eine derartige parabolische Bahn ist demnach immer herzustellen; es handelt sich nur mehr darum, von welcher Größenordnung die lineare Abweichung s der simultanen Kometenorte in beiden Bahnen ist.

II.

Die drei Komponenten der Abweichung im Ausgangsort nach der Normalen der Bahn, der Normalen auf der Bahnebene und der Tangente sind ζ, $\nu\, r_0 \sin N$, λ und die lineare Abweichung

$$s_0 = \sqrt{\zeta^2 + \nu^2 r_0^2 \sin^2 N + \lambda^2}.$$

Die sphärischen Koordinaten des Erdortes bezüglich desselben Systems seien A_0 und D_0, wo D_0 den Winkelabstand von der Normalebene, A_0 die Länge in dieser, gezählt von der Normalrichtung der Kurve, bedeutet.

Die Bedingung der Koinzidenz ist daher

$$s_0 \cos D_0 \cos A_0 = \zeta$$

$$s_0 \cos D_0 \sin A_0 = \nu\, r_0 \sin N$$

$$s_0 \sin D_0 = \lambda.$$

Für einen der Grenzorte werden die analogen Verschiebungskomponenten sein

$\zeta + l\,\varepsilon$, $\nu r \sin (N - \Delta v)$, $\lambda + \sigma$, die resultierende Verschiebung sei s und der scheinbare Erdort A, D.

Nach den obigen Forderungen soll der Bogen zwischen den beiden parabolischen Kometenorten der Länge nach gleich dem Bogen zwischen dem mittleren und dem äußeren Erdort und parallel dem Verbindungsbogen der beiden äußeren Erdorte sein. Man wird demnach für den vorliegenden Zweck der Bestimmung von s oder s_0 auch diesen Ort mit dem scheinbaren Erdort identifizieren und daher setzen können

$$s \cos D \cos A = \zeta + l\,\varepsilon$$

$$s \cos D \sin A = \nu\, r \sin (N - \Delta v)$$

$$s \sin D = \lambda + \sigma.$$

Es genügen daher diese beiden Systeme den geforderten Bedingungen sowohl bezüglich der Lage als auch der Größe des scheinbaren Bogens, woraus hervorgeht, daß man über eines der Variationselemente noch willkürlich verfügen kann.

Vor der weiteren Behandlung dieser Bedingungsgleichungen soll noch einmal bemerkt werden, daß es sich hier nicht um die präzise Ermittlung jener parabolischen Bahn handeln kann, welche den angegebenen Bedingungen streng genügt, die zudem auch nicht die beste Annäherung zu bedeuten braucht; es soll nur gezeigt werden, daß man durch Substitution eines parabolischen Bogens, der ungefähr den obigen Bedingungen entspricht, die scheinbaren Abweichungen unter eine bestimmte, natürlich von η abhängige Größe bringen kann. Man wird sich daher gewisse Vernachlässigungen erlauben können, die entweder sehr nahe zutreffen oder doch durch geringe Variationen des betrachteten Annäherungsgebietes realisiert werden können.

Derartige Vereinfachungen ergeben sich aus dem Umstande, daß bei kleineren geozentrischen Distanzen die Geschwindigkeit des Kometen beträchtlich größer ist als die der Erde. Das hat zur Folge, daß im Moment der Minimaldistanz die Erde nur in geringer Entfernung von der Normalebene des betreffenden Bahnpunktes stehen kann oder daß man den Moment des Eintrittes der Erde in die Normalebene des simultanen Bahnpunktes als Ausgangsepoche wählen kann, ohne daß die entsprechende Distanz von der Minimaldistanz ρ_0 wesentlich abweicht, das heißt aber, daß man D_0 und daher auch $\lambda = 0$ setzen kann. Die weiteren Schlüsse werden dadurch in ihrem Wesen nicht tangiert, sondern nur formal vereinfacht.

Aus demselben Grunde wird sich auch die relative Bewegung hauptsächlich in einer Änderung von D äußern und nur mit einem relativ kleinen Betrag in A eingehen, selbst wenn sich die Bahnen der Erde und des Kometen unter einem größeren Winkel kreuzen.

Unter der obigen Annahme können folgende Relationen benützt werden

$$\nu\, r_0 \sin N = \zeta \operatorname{tg} A_0$$

$$\nu\, r \sin (N - \Delta v) = (\zeta + l\varepsilon) \operatorname{tg} A$$

und zur Bestimmung von s

$$s \cos D \cos A = \zeta + l\,\varepsilon$$

$$s \sin D = \sigma = \eta \frac{\tau}{2\sqrt{2q}} \sec \frac{v_0}{2} - \zeta \frac{\tau}{q\sqrt{2q}} \cos^4 \frac{v_0}{2}$$

Durch Elimination von ζ erhält man daraus

$$s \sin D \left(1 + \cot D \cos A \cdot \frac{\tau}{q\sqrt{2q}} \cos^4 \frac{v_0}{2}\right) = \eta \frac{\tau}{2\sqrt{2q}} \sec \frac{v_0}{2} \left(1 + 2\frac{l}{q}\frac{\varepsilon}{\eta} \cdot \cos^5 \frac{v_0}{2}\right).$$

Da ein Element willkürlich ist, so soll

$$\varepsilon = \frac{1}{4}\eta \cot D \cos A \sec^2 \frac{v_0}{2}$$

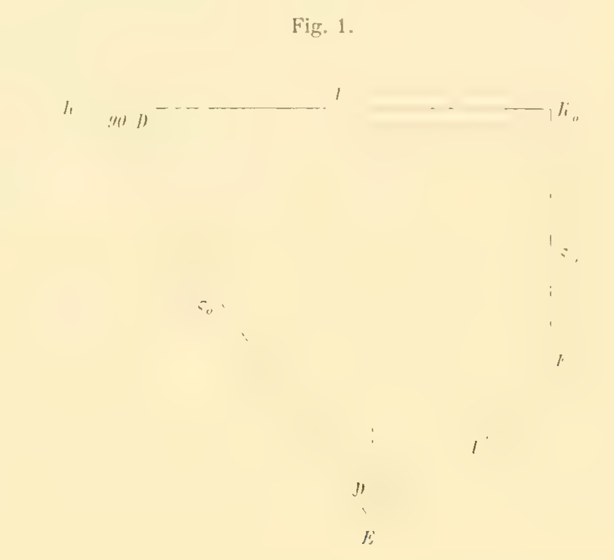
gesetzt werden — da D niemals sehr klein werden kann, so bleibt ε von derselben Größenordnung wie η — dadurch werden die beiden Klammergrößen identisch und

$$s = \eta \cdot \frac{\tau}{\sin D} \cdot \frac{\sec \frac{v_0}{2}}{2\sqrt{2q}}$$

wodurch der gewünschte Zusammenhang zwischen η und der linearen Abweichung der für die Bahn η substituierten Parabelbahn gegeben ist. Es handelt sich, wie man sieht, nur mehr darum, welche Beträge der Faktor $\frac{\tau}{\sin D}$ annehmen kann.

Es seien K_0 und K, E_0 und E die beiden Kometen-, respektive Erdorte; E ist außerhalb der Ebene $K K_0 E_0$ zu denken. Den Winkel bei K_0 kann man für diese Überschlagsbetrachtung als rechten annehmen, das Verhältnis $l : l' = \sqrt{\frac{2}{r_0}}$ und den Winkel an $K = 90° - D$.

Fig. 1.



Der zweite Erdort E, der von K die vorgelegte Entfernung ρ, entsprechend dem Ende des Annäherungsbereiches, haben soll, wird bei gegebener Zwischenzeit τ auf der Peripherie eines Kreises liegen, den E bei der Rotation des $\Delta\, K E E_0$ um $K E_0$ beschreibt.

Die extremen Werte für D werden aus den Durchgangspunkten durch die Ebene $K K_0 E_0$ erhalten. Dann ist aber

$$l = \rho \sin D + \sqrt{l'^2 - (\rho \cos D - \rho_0)^2}.$$

Setzt man hierin $l' = \tau$, $l = c\tau$, wo $c = \sqrt{\frac{2}{r_0}}$, und außerdem $c^2 - 1 = c'^2$, so findet man aus dieser Gleichung

$$\sin D = \frac{c\tau\left(c'^2\tau^2 + \frac{5}{16}\right)}{c^2\tau^2 + \frac{1}{16}} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{\left(c'^2\tau^2 + \frac{9}{16}\right)\left(c'^2\tau^2 + \frac{1}{16}\right)\left(c^2\tau^2 + \frac{1}{16}\right)}{c^2\tau^2\left(c'^2\tau^2 + \frac{5}{16}\right)^2}} \right\}.$$

Dabei ist zu bemerken, daß zur Vermeidung von Weitläufigkeiten der früher angenommene Fall $\rho_0 = \frac{1}{4}$, $\rho = \frac{1}{2}$ auch hier substituiert wurde. Die Wurzel wurde mit dem negativen Zeichen versehen, da es ja um Feststellung einer oberen Grenze für $\frac{\tau}{\sin D}$ handelt. Da ferner $\sqrt{1 - x} < 1 - \frac{x}{2}$, so wird man durch diese Substitution einen Wert erhalten, der sicher kleiner ist als die untere Grenze. Die Durchführung ergibt:

$$\sin D > \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(c'^2\tau^2 + \frac{9}{16}\right)\left(c'^2\tau^2 + \frac{1}{16}\right)}{c\tau\left(c'^2\tau^2 + \frac{5}{16}\right)}$$

oder

$$\frac{\tau}{\sin D} < 2c\,\frac{\tau^2\left(\tau^2+\frac{1}{16c'^2}\right)}{\left(\tau^2+\frac{9}{16c'^2}\right)\left(\tau^2+\frac{1}{16c'^2}\right)}.$$

Nun hat eine Funktion von der Form

$$f(x) = \frac{x\,(x+a)}{(x+b)\,(x+c)}$$

zur Ableitung

$$\frac{df\,(x)}{dx} = \frac{(b+c-a)\,x^2+2bcx+abc}{(x+b)^2\,(x+c)^2}$$

das ist im vorliegenden Falle eine wesentlich positive Größe. Der obige Ausdruck wächst beständig mit τ und konvergiert gegen die obere Grenze $2c = 2\sqrt{\frac{2}{r_0}}$. Nun ist der kleinste Wert, den r_0 bei der angenommenen Annäherung erhalten kann $\frac{3}{4}$, woraus folgt, daß auf jeden Fall

$$\frac{\tau}{\sin D} < 3\cdot 281\,.$$

Der obige Faktor von η:

$$\frac{\tau}{\sin D}\cdot\frac{\sec\frac{v_0}{2}}{2\sqrt{2q}}$$

ist daher

$$< 2\sqrt{\frac{2}{r_0}}\cdot\frac{\sec\frac{v_0}{2}}{2\sqrt{2q}},$$

das ist aber $= 1$.

Bei der getroffenen Anordnung des die wahre Bahn vertretenden Parabelbogens ist daher die lineare Abweichung s an der Grenze des Annäherungsgebietes, in Einheiten des Erdbahnhalbmessers ausgedrückt, stets kleiner als die Abweichung der Exzentrizität der wahren Bahn von der Einheit.

Für einen vorgelegten Wert τ wird man aber die Grenze noch enger ziehen können. Setzt man

$$\frac{\tau^2\left(\tau^2+\frac{5}{16c'^2}\right)}{\left(\tau^2+\frac{9}{16c'^2}\right)\left(\tau^2+\frac{1}{16c'^2}\right)} = C,$$

so wird man erhalten $s < \eta\, C$. Da bei der hier behandelten Annäherung r_0 zwischen $\frac{3}{4}$ und $\frac{5}{4}$, c'^2 daher zwischen $\frac{5}{3}$ und $\frac{3}{5}$ liegt, so erhält man für diese beiden Grenzwerte r_0

$\tau =$	0°	10°	20°	30°	40°	50°
$C =$	0·000	0·265	0·515	0·664	0·760	0·823
	0·000	0·129	0·327	0·475	0·583	0·664

12.

Bei der hier getroffenen Anordnung der parabolischen Bahn wird die Abweichung s_0 im Moment der größten Annäherung durch den Erdort gehen, die scheinbare Abweichung daher Null sein. An den beiden äußeren Orten, entsprechend $\rho = \frac{1}{2}$, ist dann der Winkel zwischen ρ und s nahezu gleich dem sphärischen Perpendikel p vom mittleren Erdort auf dem durch die beiden äußeren gelegten größten Kreis. Ist P das Perpendikel vom mittleren Sonnenort auf demselben Kreis (alles vom Kometen aus gesehen), so kann man nach dem Lambert'schen Theorem setzen

$$\sin p = \frac{1}{2}\tau^2\left(\frac{1}{r_0^3} - 1\right)\frac{r_0}{\rho_0}\sin P.$$

Nun ist klar, daß P kleiner sein muß als der spitze Winkel zwischen den Richtungen ☄—☉ und ☄—♁ (abgesehen von Größen höherer Ordnung) daher

$$\sin P \leqq \frac{1}{2} r_0 \rho_0 \sqrt{(r_0 + \rho_0 + 1)(r_0 + \rho_0 - 1)(r_0 + 1 - \rho_0)(\rho_0 + 1 - r_0)},$$

oder

$$\sin p \leqq \frac{\tau^2}{4}\left(\frac{1}{r_0} - r_0^2\right)\sqrt{[(r + \rho_0)^2 - 1][1 - (r_0 - \rho_0)^2]} = \frac{\tau^2}{4}\cdot D$$

ein Maximalwert, der naturgemäß für $r_0 = 1$ und $r_0 = 1 \pm \rho_0$ verschwindet. Es werden daher innerhalb des in Frage kommenden Gebietes, absolut genommen, zwei Maxima stattfinden. Eine Tabulierung von D giebt hierüber am einfachsten mit hinlänglicher Genauigkeit einen Aufschluß. Es findet sich für

r	D	r	D
$r = 0\cdot75$	$D = 0\cdot000$	$r = 1\cdot00$	$D = 0\cdot000$
0·80	0·163	1·05	0·074
0·85	0·166	1·10	0·144
0·90	0.130	1·15	0·193
0·95	0·071	1·20	0·199
1·00	0·000	(1·22)	(0·175)
		1·25	0·000

Man wird daher als Maxima annehmen können

$$D = 0\cdot17 \text{ in der Nähe von } r = 0\cdot85$$
$$D = 0\cdot20 \quad » \quad » \quad » \quad » \quad r = 1\cdot20$$

und

$$\sin p \leqq \frac{\tau^2}{4} D,$$

wo für D einer dieser Werte zu setzen ist, je nachdem $r \lesseqgtr 1\cdot00$ ist.

Nach diesen Grenzbestimmungen ist es nun möglich, auch die scheinbare Abweichung in Grenzen, abhängig von η, einzuschließen, das heißt für ein gegebenes η den Maximalbetrag des geozentrischen Bogens zwischen dem wahren und parabolischen Kometenort anzugeben.

Ist, wie bisher, s die lineare Abweichung in der geozentrischen Distanz ρ, p der Winkel zwischen s und ρ, so ist die scheinbare Abweichung

$$\alpha = \frac{s}{\rho}\sin p.$$

Nun ist

$$\rho = \frac{1}{2}\,, \quad s < \eta_1 C', \quad \sin p < \frac{\tau^2}{4} D\,,$$

somit

$$\alpha < \frac{\tau^2}{2} C'.D.\eta_1\,.$$

Setzt man $\frac{\tau^2}{2} C' = C$, so ist für

$\tau =$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	
$C =$	0·000	0·004	0·031	0·091	0·185	0·314	$r = 0·75$
	0·000	0·002	0·020	0·065	0·142	0·253	$= 1·25$

Da das erste Maximum von D nahe an $r = 0·75$, das zweite sehr nahe an $r = 1·25$ fällt, die Größe C sich auch nicht rasch ändert, so wird man die Maximalbeträge des ganzen Koeffizienten von η: $CD = K$ durch Multiplikation der beiden Reihen mit 0·17 respektive 0·20 mit genügender Annäherung erhalten, so daß für

$\tau =$	0°	10°	20°	30°	40°	50°
$K =$	0·0000	0·0007	0·0052	0·0151	0·0308	0·0520
	0·0000	0·0004	0·0040	0·0130	0·0284	0·0504

und die scheinbare Abweichung

$$\alpha < K\eta_1 \text{ ist.}$$

Je nach der Annahme, die man bezüglich der Sicherheit einer Kometenposition, das heißt über den wahrscheinlichen Fehler der Normalorte einer Reihe von Kometenbeobachtungen macht, wird man einen Schluß ziehen können auf jene Abweichung η der wahren Bahn von der Parabel, die eben noch der Beobachtung zugänglich ist.

Nimmt man etwa an, daß bei einem derartigen der Rechnung zu Grunde gelegten Kometenort eine Bogensekunde gerade noch verbürgt werden kann, eine Präzision, die wahrscheinlich zu hoch gegriffen ist, so ist der eben noch bestimmbare Grenzbetrag

$$\eta = \frac{1''}{K}$$

Da nun in der überwiegenden Zahl von Fällen der Annäherung $\rho_0 = \frac{1}{4}$, $\tau < 20°$, also $K < 0·005$, so findet man als den kleinsten der Beobachtung noch zugänglichen Wert

$$\eta = 0·001.$$

Da aber weiter die Wahrscheinlichkeit, daß die Annäherung $\rho_0 = \frac{1}{4}$ nicht erreicht wird, nach dem früheren gleich $\frac{34}{35}$ ist, so wird das nahezu auch die Wahrscheinlichkeit sein, daß eine Ellipse von der Exzentrizität 0·999 mit Sicherheit als von der Parabel verschieden nicht mehr erkannt werden kann. Das kann auch in folgender Weise ausgedrückt werden:

Die mittlere Entfernung a dieses Kometen ist $= \frac{q}{\eta}$ und die Apheldistanz bei kleinem η nahe $= 2\frac{q}{\eta}$.

Nimmt man als mittleren Wert der beobachtbaren Kometen $q = 1$, der zugleich eine erfahrungsgemäße Häufungsstelle bedeutet, so ist die mittlere Entfernung $a = 1000$, die Umlaufzeit zirka 25.000 Jahre und die Apheldistanz $q^1 = 2000$. Verlegt man demnach den Ursprung der Kometen in eine Entfernung von der Sonne, die ungefähr dem 70fachen der Neptundistanz gleichkommt, so wird man mit

Rücksicht auf die Ausnahmsfälle der großen τ in rund 30 Fällen aller Wahrscheinlichkeit nach nur Ein Mal in der Lage sein, eine derartige Bahn von einer Parabel unterscheiden zu können.

Es ist hier allerdings nur ein zwischen bestimmten ρ ein geschlossenes Bahnstück berücksichtigt worden, jedoch können die über $\rho = {}^1/_2$ hinausliegenden Positionen an den Ergebnissen keine wesentliche Änderung hervorbringen, da im nächsten Verlauf ρ und s als sich proportional ändernde Größen angenommen werden können, die Präzision der Beobachtungen aber im Allgemeinen bedeutend herabgemindert wird. Diese Zahlen sind überhaupt mit ziemlich großen Freiheiten in der analytischen Behandlung gewonnen worden, die aber durch das Ausreichen von approximativen Resultaten gerechtfertigt erscheinen. Die tatsächlichen Verhältnisse dürften zweifellos zu Gunsten beträchtlich kleinerer Apheldistanzen ausfallen, schon aus dem Grunde, weil die dem individuellen Fall angepaßte, der scheinbaren Bahn möglichst nahe liegende Parabel jedenfalls geringere scheinbare Abweichungen aufweisen wird als die hier supponierte, durch die nur gezeigt werden sollte, welche parabolische Annäherung auf jeden Fall erzielt werden kann.

13.

Es soll nun mit dem zweiten Teile des Problems begonnen werden, in welchem es sich um die Frage handeln wird: Welche Wahrscheinlichkeit haben ausgesprochen hyperbolische Bahnen unter Voraussetzung des interstellaren Ursprunges der Kometen? Man kann zunächst auf Grund der bisherigen Untersuchungen dem Begriff der merklich hyperbolischen Bahnen eine bestimmtere Fassung geben. Da die bisherigen Betrachtungen vom Vorzeichen von η ganz unabhängig sind, so wird man ebenso annehmen können, daß unter 30 Bahnen von der Exzentrizität 1·001 aller Wahrscheinlichkeit nach nur eine einzige als Hyperbel erkannt werden würde. Da es sich hier aber um alle möglichen Exzentrizitäten > 1 handelt, so wird man jene, deren Erkanntwerden die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{30}$ besitzt, noch zu den merklich parabolischen zählen können und die Grenze der letzteren jedenfalls bei einer Exzentrizität zu suchen haben, die von 1 um mehrere Einheiten der dritten Stelle abweicht. Da man aber in überaus großen Entfernungen eine hyperbolische Geschwindigkeit in Einheiten der Erdgeschwindigkeit nahe $= \sqrt{\frac{\eta}{q}}$ setzen kann, so wird dieser Grenze eine Geschwindigkeit in großen Entfernungen entsprechen, die durch einige Einheiten der zweiten Stelle ausgedrückt erscheint.

Es sei O der betrachtete Punkt an der Grenze der Wirkungssphäre der Sonne, OS die Richtung gegen letztere, also die Achse des eingangs besprochenen Rotationshyperboloides, ferner sei durch OM Größe und Richtung einer relativen Geschwindigkeit g repräsentiert; wenn AO Größe und Richtung der Geschwindigkeit des Sonnensystems bedeutet, die mit u bezeichnet werden soll, so ist $AM = c$ die absolute Geschwindigkeit, aus welcher dieses g resultiert. Sind ϑ und φ die sphärischen Koordinaten von g bezüglich der Fundamentalrichtungen OS und OA, so wird man die Zahl der Geschwindigkeiten deren Endpunkte in dem Volumelement

$$g^2 \sin \varphi d\varphi d\vartheta dg$$

liegen, finden, wenn man dasselbe mit der Dichte der Endpunkte der c multipliziert. Was nun letztere anbetrifft, so soll vorausgesetzt werden, daß innerhalb einer bestimmten Grenze bezüglich der absoluten Bewegung jede Geschwindigkeitsrichtung und -größe gleich wahrscheinlich ist. Denkt man sich von einem Punkt aus sämtliche Geschwindigkeiten der Größe und Richtung nach aufgetragen und den Raum um diesen Punkt in unendlich dünne konzentrische Kugelschichten von äquidistanten Begrenzungsflächen geteilt, so folgt aus dieser Annahme, daß die Endpunkte dieser Vektoren in jeder Schichte gleichmäßig verteilt und in jeder Schichte in der gleichen Anzahl vertreten sind, das heißt aber nichts anderes, als daß die Dichte derselben dem Quadrat der Geschwindigkeit selbst umgekehrt proportional ist. Man kann dieselbe daher $= \frac{D'}{c^2}$ setzen, wo D' eine Konstante bedeutet. Die dem Volumelement entsprechende

Zahl der Geschwindigkeiten ist also

$$\frac{D' g^2 \sin \varphi \, d\varphi \, d\vartheta \, dg}{u^2 + g^2 - 2ug \cos \omega}$$

wo ω der Winkel zwischen u und g ist, demnach

$$\cos \omega = \cos \varphi \cos \lambda \sin \varphi + \sin \lambda \cos \vartheta,$$

wenn mit λ der Winkel *SOA* bezeichnet wird.

Fig. 2.



Integriert man diesen Ausdruck innerhalb des Rotationshyperboloides bis zu einem bestimmten Werte von g, so erhält man die Zahl der beobachtbaren Bahnen bis zu einer g entsprechenden Größe der reellen, respektive großen Achse der dadurch erzeugten Kegelschnitte. Es soll nun die Integration zunächst unter der Voraussetzung durchgeführt werden, daß jedem in Frage kommenden Werte von g und ω ein zulässiger Wert von c entspricht. Dazu ist es notwendig, eine ungefähre Annahme über die obere Grenze der im Fixsternsystem vorkommenden Geschwindigkeiten zu machen. Das bedeutet natürlich eine gewisse Willkürlichkeit. Setzt man dieselbe etwa dem Zehn- bis Zwanzigfachen der Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, so dürfte damit den tatsächlichen Verhältnissen in ausreichender Weise Rechnung getragen sein. Es sei C diese obere Grenze. Es soll also zunächst nur über solche g summiert werden, für welche

$$\sqrt{u^2 + g^2 - 2ug \cos \omega} < C$$

ist; dann sind die Integrationsgrenzen nur durch das Hyperboloid und den Maximalwert g bestimmt.

Diese Bedingung wird aber dann immer erfüllt sein, wenn

$$u + g < C.$$

Da die Geschwindigkeit u des Sonnensystems nicht viel von der Einheit (Geschwindigkeit der Erde in der Bahn) verschieden ist, so wird nach den oben angegebenen Größenverhältnissen diese Ungleichung

jedenfalls bestehen, wenn es sich um relative Geschwindigkeiten handelt, welche merklich parabolische Perihelbögen erzeugen.

Setzt man noch $\frac{g}{u} = \beta$, so hat man unter dieser Voraussetzung den Ausdruck

$$uD' \frac{\beta^2 \sin\varphi\, d\varphi\, \vartheta\, d\beta}{1+\beta^2 - 2\beta\,(\cos\varphi\cos\lambda + \sin\varphi\sin\lambda\cos\vartheta)}$$

bezüglich ϑ von 0 bis 2π zu integrieren. Man findet nach der Formel

$$\int_0^{2\pi} \frac{d\vartheta}{a-b\cos\vartheta} = \frac{2\pi}{\sqrt{a^2-b^2}},$$

wenn $a > b$, eine Bedingung, die wegen $1+\beta^2 > 2\beta\cos(\varphi-\lambda)$ immer erfüllt ist:

$$\frac{-uD\beta^2\, d\beta\, d\,(\cos\varphi)}{\sqrt{(1+\beta^2)^2 - 4\beta^2\sin^2\lambda - 4\beta\,(1+\beta^2)\cos\lambda\cos\varphi + 4\beta^2\cos^2\varphi}}$$

wenn $2\pi D' = D$ gesetzt wird.

Nach der Formel

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a+bx+cx^2}} = \frac{1}{\sqrt{c}} \log\left[\sqrt{a+bx+cx^2} + x\sqrt{c} + \frac{b}{2\sqrt{c}}\right]$$

(für positive c) erhält man als Resultat der unbestimmten Integration nach φ

$$-\frac{u}{2} D\beta\, d\beta \log\Big[\sqrt{(1+\beta^2)^2 - 4\beta^2\sin^2\lambda - 4\beta\,(1+\beta^2)\cos\lambda\cos\varphi + 4\beta^2\cos^2\varphi} + 2\beta\cos\varphi - (1+\beta^2)\cos\lambda\Big].$$

Die Integrationsgrenzen sind verschieden zu bestimmen, je nach den in Frage kommenden Werten von g, respektive β. Bezeichnet man wie in Nr. 1 die halbe Querachse des Hyperboloides mit g_0, respektive $\frac{g_0}{u} = \beta_0$, so ist für alle $\beta \leqq \beta_0$ über die ganze Kugeloberfläche zu integrieren, man hat als Grenzen für φ 0 und π einzuführen, wodurch man erhält

$$uD\beta\, d\beta \log\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right).$$

Demnach ist die Zahl der Geschwindigkeiten von 0 bis β_0

$$N(0,\ \beta_0) = uD\int_0^{\beta_0} \beta\, d\beta \log\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right) = \left[\beta_0 - \frac{1-\beta_0^2}{2}\log\left(\frac{1+\beta_0}{1-\beta_0}\right)\right] uD.$$

β_0 ist eine sehr kleine Größe. Es ist klar, daß dieser Ausdruck dritter Ordnung in β_0 sein muß. Vernachlässigt man höhere Potenzen, so wird sehr nahe gesetzt werden können:

$$N(0,\ \beta_0) = \frac{2}{3} uD\beta_0^3.$$

Es soll nun die Integration fortgesetzt werden von β_0 an bis zu jenem Wert β_1, der der Grenzgeschwindigkeit der merklich parabolischen Bahnen entspricht. Für diese Werte $\beta > \beta_0$ hat man φ von Null bis zu jenem Werte φ_0 zu nehmen, der dem Durchschnitt der Kugeloberfläche β mit dem Rotationshyperboloid entspricht.

Dieser Winkel φ_0 ist nach Nr. 1 gegeben durch

$$\cos\varphi_0 = \sqrt{1-\frac{q^2}{r^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{\beta_0^2}{\beta^2}}.$$

Für die untere Grenze $\varphi = 0$ erhält man

$$\frac{1}{2}\, n D \beta\, d\beta \log\left[(1 - \cos\lambda)(1+\beta)^2\right].$$

Die Einführung der oberen Grenze verursacht insofern eine Schwierigkeit, als dadurch eine Funktion von β resultiert, die in geschlossener Weise nach dieser Größe nicht mehr integriert werden kann und es nun notwendig ist, eine integrable Entwicklung von genügend rascher Konvergenz zu finden.

Es werde das Argument des Logarithmus für φ_0 mit F bezeichnet, so daß

$$F = \sqrt{(1+\beta^2)^2 - 4\beta^2 \sin^2\lambda - 4\beta(1+\beta^2)\cos\lambda\cos\varphi_0 + 4\beta^2\cos^2\varphi_0} + 2\beta\cos\varphi_0 - (1+\beta^2)\cos\lambda.$$

Setzt man weiter

$$1 - 2\beta\cos\lambda + \beta^2 = X, \qquad (1+\beta^2)\cos\lambda - 2\beta = Y,$$

$$4\beta\sin^2\frac{\varphi_0}{2} = \tau,$$

so sieht man zunächst, daß das analoge Argument für die untere Grenze $= X - Y$ ist und daß weiter

$$F = \sqrt{X^2 + 2\tau Y + \tau^2} - Y - \tau.$$

Wie schon in Nr. 1 bemerkt wurde, ist $\frac{q}{r} = \alpha$ eine sehr kleine Größe und β_0 von derselben Ordnung. Da aber $\beta^2 \sin^2\varphi_0 = \beta_0^2(1-\alpha^2) - \beta_0^2\alpha^2$ ist, so ist $\beta\sin\varphi_0$ von derselben Ordnung und wegen $\varphi_0 < 90°$ und $\sin^2\frac{\varphi_0}{2} < \sin\varphi_0$ auch τ von der Ordnung α. Nimmt man mit Rücksicht auf die Näherung der früheren Integration vorläufig auch noch τ^3 mit, so ergibt sich

$$F = X + \tau\,.\,\frac{Y}{X} + \frac{\tau^2}{2}\cdot\frac{X^2 - Y^2}{X^3} - \frac{\tau^3}{2}\cdot Y\,\frac{X^2 - Y^2}{X^5} - Y - \tau =$$

$$= (X - Y)\left[1 - \tau\,.\,\frac{1}{X} + \frac{\tau^2}{2}\cdot\frac{X+Y}{X^3} - \frac{\tau^3}{2}\cdot Y\,\frac{X+Y}{X^5}\right].$$

Da $X - Y$ das Argument für die untere Grenze ist, so fällt beim Übergang auf die logarithmische Funktion dieser Faktor weg und man kann schon mit Berücksichtigung der unteren Grenze setzen

$$F = 1 - \tau\,\frac{1}{X} + \frac{\tau^2}{2}\cdot\frac{X+Y}{X^3} - \frac{\tau^3}{2}\,Y\,.\,\frac{X+Y}{X^5}.$$

Entwickelt man $\log F$ wieder bis Größen dritter Ordnung, so erhält man nach leichten Reduktionen

$$\log F = -\tau\,.\,\frac{1}{X} + \frac{\tau^2}{2}\cdot\frac{Y}{X^3} + \frac{\tau^3}{6}\cdot\frac{X^2 - 3Y^2}{X^5}.$$

Man sieht nun sofort, daß man schon das zweite Glied vernachlässigen kann; es enthält den Faktor $\beta^2\sin^4\frac{\varphi_0}{2}$, durch Multiplikation mit $\beta\, d\beta$ und Integration wird ein Ausdruck von der Ordnung $\beta^4\sin^4\varphi$, das heißt α^4 erhalten werden, der nach der früheren Festsetzung zu vernachlässigen ist.

Die Zahl der Geschwindigkeiten zwischen β_0 und β_1 wird daher gegeben sein durch

$$N(\beta_0, \beta_1) = \frac{1}{2}\, n D \int_{\beta_0}^{\beta_1} \frac{\tau\beta\, d\beta}{X}.$$

Die Entwicklung von $\frac{1}{X}$ nach Potenzen von β ergibt

$$\frac{1}{X} = 1 + \frac{\sin 2\lambda}{\sin\lambda}\beta + \frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda}\beta^2 + \frac{\sin 4\lambda}{\sin\lambda} + \ldots.$$

Summiert man über beide Seiten des Hyperboloides (die der Sonne zugekehrte und davon abgewendete), so annullieren sich die Koeffizienten der ungeraden Potenzen. Es ist daher

$$N(\beta_0, \beta_1) = 2\,u\,D\int_{\beta_0}^{\beta_1}\beta\, d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2}\left[\beta + \frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda}\beta^3 + \frac{\sin 5\lambda}{\sin\lambda}\beta^5 + \frac{\sin 7\lambda}{\sin\lambda}\beta^7 + \ldots\right].$$

Nun kann man offenbar das Glied mit β^7 vernachlässigen; da β_1 eine Zahl ist, die durch einige Einheiten der zweiten Stelle gegeben ist, so wird β_1^4 von derselben Ordnung wie α sein; $\beta\, d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2}$ ergibt durch die Integration eine Größe von der Ordnung α^2, daher stellt das Glied mit β^7 eine Größe höherer Ordnung als α^3 dar. Nach den obigen Relationen kann man für das erste Glied setzen

$$2\,\beta^2 d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2} = \beta^2 d\beta\left(1 - \sqrt{1-\alpha^2}\sqrt{1-\frac{\beta_0^2}{\beta^2}}\right).$$

Die Integration und konsequente Einhaltung der Genauigkeitsgrenze ergibt

$$2\int_{\beta_0}^{\beta_1}\beta^2 d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2} = \beta_0^2\beta_1\left[1 - \frac{2}{3}\cdot\frac{\beta_0}{\beta_1} + \frac{1}{3}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2\right].$$

Man erhält ebenso für das zweite Glied

$$2\int_{\beta_0}^{\beta_1}\beta^4\, d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\beta_1^3\beta_0^2\left[1 + \frac{3}{5}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2\right]$$

und

$$2\int_{\beta_0}^{\beta_1}\beta^6\, d\beta \sin^2\frac{\varphi_0}{2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{5}\beta_0^2\beta_1^5.$$

Führt man diese Ausdrücke in N ein und bedenkt, daß durch Vertauschung von $180°-\lambda$ mit λ nichts geändert wird, so erhält man als Gesamtzahl für beide Richtungen des Hyperboloides

$$N(\beta_0, \beta_1) = u\,D\left\{\beta_0^2\beta_1\left[1 - \frac{2}{3}\cdot\frac{\beta_0}{\beta_1} + \frac{1}{3}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2\right] + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{3}\beta_0^2\beta_1^3\left[1 + \frac{3}{5}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2\right]\frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda} + \frac{1}{5}\beta_0^2\beta_1^5\frac{\sin 5\lambda}{\sin\lambda}\right\}.$$

Addiert man den oben gefundenen Wert für $N(0, \beta_0)$ dazu, so wird die Zahl sämtlicher Geschwindigkeiten zwischen 0 und β_1 und demnach die Zahl sämtlicher merklich parabolischer Bahnen

$$N(0, \beta_1) = u\,D\beta_0^2\beta_1\left\{1 + \frac{1}{3}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2 + \frac{1}{3}\beta_1^2\left[1 + \frac{3}{5}\beta_1^2\left(\frac{\alpha}{\beta_0}\right)^2\right]\frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda} + \frac{1}{5}\beta_1^4\cdot\frac{\sin 5\lambda}{\sin\lambda}\right\}.$$

Es soll hier noch bemerkt werden, daß diese Formel auch gültig ist für kleine λ, respektive $\lambda = o$. Es ist in letzterem Falle

$$N(0, \beta_1)_{\lambda=0} = u\,D\beta_0^2(\beta_1 + \beta_1^3 + \beta_1^5) + u\,D\alpha^2\left(\frac{1}{3}\beta_1^3 + \frac{3}{5}\beta_1^5\right).$$

14.

Soll die Summierung bis zu einer Grenze β ausgedehnt werden, für welche die bisherige Voraussetzung bezüglich der Größenordnung nicht mehr zutrifft, wie es bei der Ermittlung der Zahl sämtlicher

möglichen Bahnen der Fall ist, so kann man dieselbe durch die Grenze β_1 in zwei Teile zerlegen: für die Werte von 0 bis β_1 ist das zugehörige N bereits durch den letzten Ausdruck gegeben; für die Werte $\beta > \beta_1$ bis zu einer beliebigen endlichen Grenze hat man aber ein anderes Entwicklungs-, respektive Integrationsverfahren einzuschlagen. Dasselbe ergibt sich durch den Umstand, daß für diesen Teil der Summe der Winkel φ eine kleine Größe ist.

Wie aus dem Grenzwerte

$$\cos\varphi_0 = \sqrt{1 - \alpha^2} \cdot \sqrt{1 - \frac{\beta_0^2}{\beta^2}}$$

hervorgeht, ist φ von der Ordnung

$$\sqrt{\frac{\beta_0^2}{\beta^2} + \alpha^2}.$$

Da β_0 und α von der Ordnung β_1^4 sind, so ist für die untere Grenze β_1 die Größe dieses Winkels mit β_1^3, für eine beliebige, endliche obere Grenze aber mit β_1^4 vergleichbar.

Als Resultat der Integration nach φ hatte man erhalten:

$$-\frac{u}{2} D \beta \, d\beta \log F,$$

wo

$$F = \sqrt{(1+\beta^2)^2 - 4\beta\sin^2\lambda - 4\beta(1+\beta^2)\cos\lambda\cos\varphi + 4\beta^2\cos^2\varphi} + 2\beta\cos\varphi - (1+\beta^2)\cos\lambda,$$

worin für φ die Grenzen 0 und φ_0 einzuführen sind, oder, wenn $\cos^2\varphi = 1 - \sigma$ gesetzt wird, $\sigma = 0$ und $\sigma = \frac{\beta_0^2}{\beta^2} + \frac{q^2}{r^2}$, so daß die obere Grenze von der sechsten oder höheren Ordnung in β_1 ist. Da, wie man sofort sehen wird, die Berücksichtigung von σ^2 mehr als ausreicht bei den oben festgesetzten Genauigkeitsgrenzen, so wird $\cos\varphi = 1 - \frac{1}{2}\sigma - \frac{1}{8}\sigma^2$ und

$$F = \sqrt{(1 - 2\beta\cos\lambda + \beta^2)^2 + 2\beta\sigma\,[(1+\beta^2)\cos\lambda - 2\beta] + \frac{1}{2}\beta\sigma^2\cos\lambda\,(1+\beta^2)}$$
$$+ 2\beta - (1+\beta^2)\cos\lambda - \beta\sigma - \frac{1}{4}\beta\sigma^2.$$

Setzt man nun für den Moment wie oben

$$X = 1 - 2\beta\cos\lambda + \beta^2, \qquad Y = (1+\beta^2)\cos\lambda - 2\beta$$

und weiter

$$X - Y = (1-\cos\lambda)(1+\beta)^2 = q, \qquad X + Y = (1+\cos\lambda)(1-\beta)^2 = p,$$

so wird

$$F = \sqrt{X^2 - 2\beta\sigma Y + \frac{1}{2}\beta\sigma^2(Y + 2\beta)} - Y - \beta\sigma - \frac{1}{4}\beta\sigma^2$$
$$= X\left[1 + \beta\sigma\frac{Y}{X^2} + \frac{1}{4}\beta\sigma^2\frac{Y+2\beta}{X^2} - \frac{1}{2}\beta^2\sigma^2\frac{Y^2}{X^4}\right] - Y - \beta\sigma - \frac{1}{4}\beta\sigma^2$$
$$= q - q\frac{\beta\sigma}{X} - \frac{1}{4}q\frac{\beta\sigma^2}{X} + \frac{1}{2}qp\frac{\beta^2\sigma^2}{X^3}.$$

Nun ist q nichts anderes als der Wert von F für die untere Grenze, fällt also wegen der Funktion $\log F$ bei der Einsetzung der Grenzen weg. Substituiert man daher für F einfach die Funktion

$$1 - \sigma\cdot\frac{\beta}{X} - \frac{1}{4}\frac{\beta\sigma^2}{X}\left(1 - \frac{2\beta p}{X^2}\right),$$

so sind dabei die Grenzwerte von φ schon berücksichtigt.

Entwickelt man den Logarithmus bis inklusive σ^2, so wird

$$dN = \frac{u}{2} D \beta^2 d\beta \left[\frac{\sigma}{X} + \frac{1}{4} \cdot \frac{\sigma^2}{X}\left(1 + \frac{2\beta}{X} - \frac{2\beta p}{X^2}\right)\right].$$

Die frühere Formel wurde bis Größen von der Ordnung β_1^6 inklusive fortgeführt, abgesehen von einem Faktor von der Ordnung β_0^2, der naturgemäß hier überall auftreten wird und für die relativen Anzahlen der einzelnen Bahngruppen irrelevant ist. Bei Einhaltung der gleichen Genauigkeit genügt die Berücksichtigung des ersten Gliedes. Für die untere Grenze β_1 ist σ von der Ordnung β_1^6, also $\beta^2\sigma$ von der Ordnung β_0^2; sieht man wieder von diesem Faktor ab, so hat man für

$$\frac{\sigma\, d\beta}{X}\left(1 + \frac{2\beta}{X} - \frac{2\beta p}{X^2}\right),$$

als die Größenordnungen nach der Integration 7, respektive 8.

Für die obere Grenze β, welche mit β_1^{-1} verglichen werden kann, ist σ von der Ordnung β_0^2, so daß zur Beurteilung der fraglichen Glieder der Ausdruck dient:

$$\beta^2 d\beta \cdot \frac{\sigma}{X}\left(1 + \frac{2\beta}{X} - \frac{2\beta p}{X^2}\right)$$

da nun $\frac{1}{X}$ 2., $\frac{\beta}{X}$ 1. und $\frac{p}{X}$ 0. Ordnung sind, so sind die Ordnungen wieder 7 und 8, also wieder zu vernachlässigen. Es genügt demnach auf jeden Fall

$$dN = \frac{u}{2} D \beta^2 \frac{\sigma}{X} d\beta$$

zu setzen, oder

$$dN = \frac{u}{2} D \frac{d\beta}{1 - 2\beta\cos\lambda + \beta^2}\left(\beta_0^2 + \beta^2 \cdot \frac{q^2}{r^2}\right).$$

Die Integration dieses Ausdruckes läßt sich in bekannter Weise ausführen.

Das unbestimmte Integral ist

$$N = \frac{u}{2} D \left\{\left[\beta_0^2 + \frac{q^2}{r^2}(2\cos^2\lambda - 1)\right] \frac{1}{\sin\lambda} \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\beta - \cos\lambda}{\sin\lambda}\right) + \frac{q^2}{r^2}\left[\beta + \cos\lambda \log\left(1 - 2\beta\cos\lambda + \beta^2\right)\right]\right\}.$$

Darin ist nun die untere Grenze β_1, die Maximalgeschwindigkeit der Bahnen mit merklich parabolischem Charakter, einzuführen, anderseits als obere Grenze ein β, das von der zulässigen absoluten Maximalgeschwindigkeit abhängt. Diese letztere macht für den Endraum des Hyperboloides ein anderes als das bisherige Integrationsverfahren erforderlich, deshalb soll für den Moment von der Einführung der Grenzen Abstand genommen werden.

Der eben gefundene Ausdruck für N ist aus der Integration nach φ zwischen den Grenzen 0 und φ_0 entstanden, bezieht sich daher nur auf die gegen die Sonne gerichtete Hälfte des Hyperboloides; für die entgegengesetzte hat man von $\pi - \varphi_0$ bis π zu integrieren und erhält auf die gleiche Weise wie oben

$$N' = \frac{u}{2} D \left\{\left[\beta_0^2 + \frac{q^2}{r^2}(2\cos^2\lambda - 1)\right] \frac{1}{\sin\lambda} \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\beta + \cos\lambda}{\sin\lambda}\right) + \right.$$

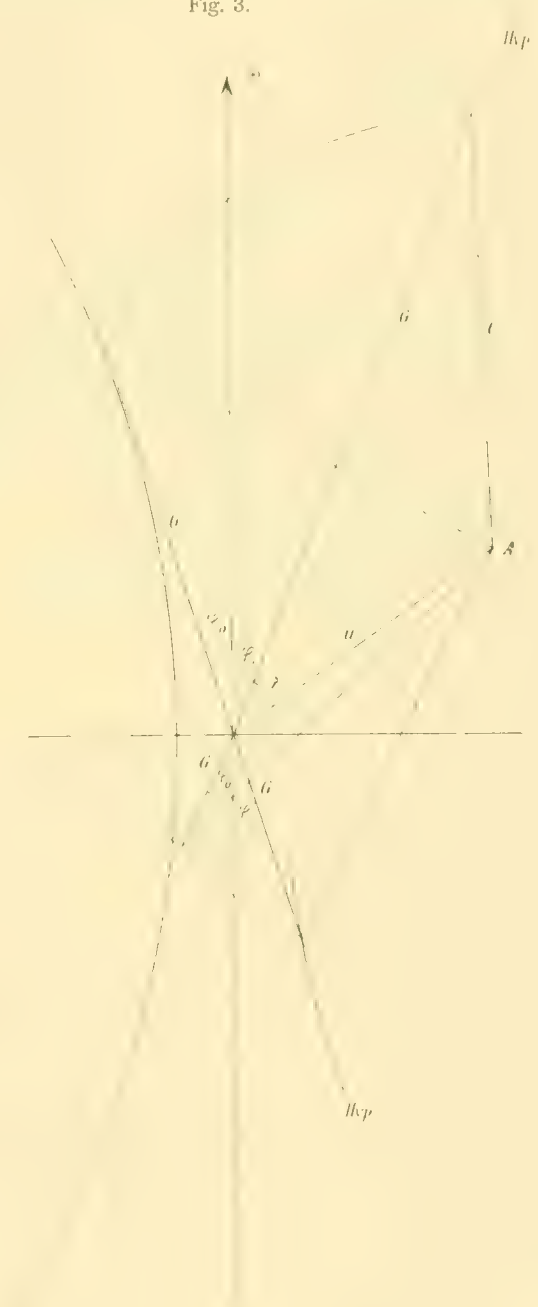
$$\left. + \frac{q^2}{r^2}\left[\beta - \cos\lambda \log\left(1 + 2\beta\cos\lambda + \beta^2\right)\right]\right\}.$$

Die Vereinigung der beiden Werte ergibt:

$$N+N' = \frac{n}{2} D \left\{ \left[\beta_0^2 + \frac{q^2}{r^2}(2\cos^2\lambda - 1)\right] \frac{1}{\sin\lambda} \operatorname{arc\,tg} \left(\frac{2\beta\sin\lambda}{1-\beta^2}\right) + \frac{q^2}{r^2}\left[2\beta + \cos\lambda \log \frac{1-2\beta\cos d+\lambda^2}{1+2\beta\cos d+\lambda^2}\right] \right\}.$$

ist jedoch nur für einen beschränkten Teil der Werte β anzuwenden, da in den beiden Hälften des Hyperboloides die oberen Grenzen für β verschieden sind.

Fig. 3.



15.

Die entwickelten Ausdrücke für N und N' würden unmittelbar für jede beliebige Grenze β anzuwenden sein, wenn die Häufigkeit der absoluten Geschwindigkeiten c eine kontinuierliche Funktion $\frac{D'}{c^2}$ für alle möglichen Werte c wäre. Anders gestalten sich aber die Verhältnisse bei der Annahme, daß über einen gewissen Betrag C keine Geschwindigkeiten mehr vorkommen. Dem Wesen nach ist eine derartige Annahme völlig gerechtfertigt, wenn auch tatsächlich eine andere Abnahme der Häufigkeit stattfinden wird, zu deren Feststellung aber eine Statistik notwendig wäre, für welche gegenwärtig noch kaum eine Grundlage vorhanden ist. Das Wesentliche der Resultate kann keinesfalls dadurch geändert werden.

Statuiert man aber ein derartiges diskontinuierliches Aufhören der absoluten Geschwindigkeiten bei einem Maximalwert C, so sind die beiden Seiten des Hyperboloides von Teilen einer Kugeloberfläche vom Radius C begrenzt, deren Mittelpunkt in A liegt, so daß von einem bestimmten g ab das Hyperboloid nur mehr teilweise von Geschwindigkeitspunkten — nach dem Dichtigkeitsgesetz $\frac{D'}{c^2}$ — erfüllt ist.

Die obigen Formeln sind daher nur bis zu diesem g — dem kleinsten der Geschwindigkeit C entsprechenden Werte — anwendbar.

Diese Grenzwerte, bis zu welchen noch über den ganzen durch das Hyperboloid begrenzten Raum integriert werden kann, seien G für den gegen die Sonne gerichteten Teil, G' für den entgegengesetzten. Sie genügen, wie unmittelbar ersichtlich ist, den Gleichungen

$$C^2 = G^2 + u^2 - 2\,G u \cos(\lambda + \varphi_0)$$

und

$$C^2 = G'^2 + u^2 + 2\,G' u \cos(\lambda - \varphi'_0).$$

Zwei ähnliche Gleichungen bestimmen die oberen Grenzen der g, respektive g' überhaupt. Seien dieselben G_1 und G'_1, so ist

$$C^2 = G_1^2 + u^2 - 2\,G_1\,u \cos(\lambda - \varphi_1)$$

und

$$C^2 = G_1'^2 + u^2 + 2\,G'_1\,u \cos(\lambda + \varphi'_1).$$

Setzt man $\dfrac{G}{u} = B$ und $\dfrac{C}{u} = \Gamma$ so ist

$$\Gamma^2 = B^2 + 1 - 2\,B \cos(\lambda + \varphi_0) \qquad \Gamma^2 = B_1^2 + 1 - 2\,B_1 \cos(\lambda - \varphi_1)$$

$$\Gamma^2 = B'^2 + 1 + 2\,B' \cos(\lambda - \varphi_0^1) \qquad \Gamma^2 = B_1'^2 + 1 - 2\,B'_1 \cos(\lambda - \varphi'_1).$$

$\varphi_0 \ldots \varphi'_1$ sind die durch die Hyperbel bestimmten Grenzwinkel, welche selbst von den zugehörigen G respektive B abhängen. Letzterer Umstand macht die Auflösung der Gleichungen etwas umständlich, die jedoch bis zur verlangten Genauigkeit leicht durch ein Näherungsverfahren geleistet werden kann.

Da $\cos^2\varphi_0 = (1-\alpha^2)\left(1 - \dfrac{\beta_0^2}{\beta^2}\right)$ wenn $\alpha = \dfrac{q}{r}$ ist, so kann man in den obigen Gleichungen bis auf Größen 7. Ordnung

$$\cos\varphi_0 = 1 \text{ und } \sin\varphi_0 = \alpha\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{B^2}} \text{ setzen.}$$

Es wird demnach

$$B^2 - 2\,B\cos\lambda = \Gamma^2 - 1 + 2\,\alpha B \sin\lambda \sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{B^2}}.$$

Das Glied mit α ist dritter Ordnung, woraus einerseits folgt, daß bei gänzlicher Unterdrückung von φ_0 erhalten wird

$$(B) = \cos\lambda + \sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda},$$

eine Größe, die von B um Größen dritter Ordnung abweicht, andrerseits, daß in dem Glied mit α bis auf Größen siebenter Ordnung B durch die bekannte Größe (B) ersetzt werden kann. Man erhält dann aus der obigen Gleichung

$$B = +\cos\lambda + \sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda - 2\,\alpha\,(B)\sin\lambda\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B)^2}}}$$

$$= \cos\lambda + \sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}\left[1 - \alpha\,\frac{(B)\sin\lambda\sqrt{1 + \left(\frac{\beta^0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B)^2}}}{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}\right]$$

oder

$$B = (B) - \alpha\,(B)\sin\lambda\,\frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B)^2}}}{\sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}}$$

Ebenso findet man für dieselbe Seite die obere Grenze überhaupt

$$B_1 = (B) + \alpha (B) \sin\lambda \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B)^2}}}{\sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}}$$

Für die der Sonne abgewendete Seite ergibt sich

$$B' = (B') - \alpha (B') \sin\lambda \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B')^2}}}{\sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}}$$

$$B'_1 = (B') + \alpha (B') \sin\lambda \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B')^2}}}{\sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}}$$

wobei $(B') = -\cos\lambda + \sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}$.

Bei einer Weiterführung der Annäherung erhält man beispielsweise für B' noch die Zusatzglieder

$$-\alpha^2 (B') \frac{\sin^2\lambda}{\Gamma^2 - \sin^2\lambda} + \frac{1}{2} \beta_0^2 \frac{1 + \frac{\alpha^2}{\beta_0^2} (B')^2}{(B')(\Gamma^2 - \sin^2\lambda)^{3/2}} [\Gamma^2 - (1 + (B'))\sin^2\lambda]$$

die also tatsächlich nur Größen 7. und höherer Ordnung enthalten.

Man kann diesen Grenzwerten für β noch eine einfachere Form geben. Substituiert man in die von α abhängigen Glieder für (B), respektive (B') die betreffenden Werte, so erhält man im ersten Falle

$$\alpha \sin\lambda \cos\lambda \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{(B)^2}}}{\sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda}} + \alpha \sin\lambda \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{(B)^2}}$$

$$= \frac{\alpha \sin\lambda \cos\lambda}{\Gamma} + \alpha \sin\lambda \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{(B)^2}\right].$$

Da nun

$$(B) = \Gamma \left[\frac{\cos\lambda}{\Gamma} + \sqrt{1 - \frac{\sin^2\lambda}{\Gamma^2}}\right]$$

und

$$\frac{1}{(B)_1} = \frac{1}{\Gamma^2} \left[1 - 2\frac{\cos\lambda}{\Gamma} + \frac{\sin^2\lambda}{\Gamma^2} - \ldots\right],$$

so kann man in diesem von α abhängigen Gliede $\frac{1}{(B)^2}$ durch $\frac{1}{\Gamma^2}$ ersetzen und findet schließlich, wenn man $\frac{1}{\Gamma}$ von der Ordnung β_1 voraussetzt,

$$\left.\begin{matrix} B \\ B_1 \end{matrix}\right\} = (B) \mp \alpha \sin\lambda \left(1 + \frac{\cos\lambda}{\Gamma} + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{\Gamma^2}\right)$$

und auf ganz analoge Weise

$$\left.\begin{matrix} B' \\ B_1' \end{matrix}\right\} = (B^1) \mp \alpha \sin\lambda \left(1 - \frac{\cos\lambda}{\Gamma} + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{\Gamma^2}\right).$$

Die oben erhaltenen Ausdrücke für N und N' lassen sich nur bis zu den Werten B und B' ausdehnen; die beiden Endräume zwischen B und B_1 einerseits und B' und B'_1 andrerseits sind schon teilweise durch die Kugeloberfläche C begrenzt, involvieren daher andere Integrationsbedingungen.

16.

Führt man in N und N' für β die Grenzen ein, so läßt sich, da die untere Grenze für beide Ausdrücke dieselbe ist, für diese der Ausdruck für $N+N'$ anwenden. Mit Rücksicht auf die Größenordnung dieses Grenzwertes β_1 kann man wieder Reihenentwicklungen vornehmen, in welchen schon wenige Glieder den Genauigkeitsgrenzen Genüge leisten. Man kann zunächst

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{2\beta_1 \sin\lambda}{1-\beta_1^2}\right) = 2\beta_1 \sin\lambda\,(1+\beta_1^2+\beta_1^4) - \frac{2^3}{3}\beta_1^3 \sin^3\lambda\,(1+3\beta_1^2) + \frac{2^5}{5}\beta_1^5 \sin^5\lambda$$

setzen. Ordnet man nach Potenzen von β_1, so ergibt sich

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{2\beta_1 \sin\lambda}{1-\beta_1^2}\right) = 2\left\{\beta_1 \sin\lambda + \frac{1}{3}\beta_1^3 \sin 3\lambda + \frac{1}{5}\beta_1^5 \sin 5\lambda\right\}.$$

Ferner ist

$$\log\left(\frac{1-2\beta_1\cos\lambda+\beta_1^2}{1+2\beta_1\cos\lambda+\beta_1^2}\right) = \log\left(\frac{1-2\dfrac{\beta_1}{1+\beta_1^2}\cos\lambda}{1+2\dfrac{\beta_1}{1+\beta_1^2}\cos\lambda}\right)$$

$$= -2\left\{2\beta_1\cos\lambda\,(1-\beta^2+\beta^4) + \frac{1}{3}\,2^3\beta_1^3\cos^3\lambda\,(1-3\beta_1^2) + \frac{1}{5}\,2^5\beta_1^5\cos^5\lambda\right\}$$

$$= -4\left\{\beta_1\cos\lambda + \frac{1}{3}\beta_1^3\cos 3\lambda + \frac{1}{5}\beta_1^5\cos 5\lambda\right\}.$$

Der Wert von $N+N'$ für die untere Grenze ist daher

$$(N+N^1)_{\beta_1} = nD\left\{[\beta_0^2+\alpha^2(2\cos^2\lambda-1)]\frac{1}{\sin\lambda}\left[\beta_1\sin\lambda+\frac{1}{3}\beta_1^3\sin 3\lambda+\frac{1}{5}\beta_1^5\sin 5\lambda\right]\right.$$

$$\left. -\alpha^2 . 2\cos\lambda\left[\beta_1\cos\lambda+\frac{1}{3}\beta_1^3\cos 3\lambda+\frac{1}{5}\beta_1^5\cos 5\lambda\right]+\alpha^2\beta_1\right\}$$

oder nach einigen leichten Reduktionen

$$(N+N')_{\beta_1} = nD\beta_0^2\left[\beta_1+\frac{1}{3}\beta_1^3 . \frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda}+\frac{1}{5}\beta_1^5 . \frac{\sin 5\lambda}{\sin\lambda}\right] + nD\alpha^2\beta_1^3\left[\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\beta_1^2\frac{\sin 3\lambda}{\sin\lambda}\right].$$

Da die oberen Grenzen für die beiden Seiten des Hyperboloides verschieden sind, so hat man zunächst die Werte für N und N' getrennt zu ermitteln, wobei sich aber sofort eine sehr einfache Vereinigung ergibt.

Man wird hier den Umstand benützen können, daß Γ und daher auch die Werte B große Zahlen sind, deren reziproke Werte von der Größenordnung β_1 angenommen werden können. Dann wird man im ersten Gliede zweckmäßigerweise setzen

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{B-\cos\lambda}{\sin\lambda}\right) = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\sin\lambda}{B-\cos\lambda}\right).$$

Da nun

$$B - \cos\lambda = \sqrt{\Gamma^2 - \sin^2\lambda} - \alpha \sin\lambda \left[1 + \frac{\cos\lambda}{\Gamma} + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \frac{1}{\Gamma^2}\right]$$

ist, so wird, wenn $\frac{1}{\Gamma} = \gamma_1$ gesetzt wird, wo also γ_1 von der Ordnung β_1 ist, die Arc. tang. Funktion

$$= \frac{\gamma_1 \sin\lambda}{\sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin\lambda} - \alpha\gamma_1 \sin\lambda}$$

sein, da man den bei α stehenden Klammerausdruck hier mit der Einheit identifizieren kann. Aus demselben Grunde ist weiter

$$\frac{\sin\lambda}{B - \cos\lambda} = \frac{\gamma_1 \sin\lambda}{\sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2\lambda}} + \alpha\gamma_1^2 \sin^2\lambda$$

und

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\sin\lambda}{B - \cos\lambda}\right) = \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\gamma_1 \sin\lambda}{\sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2\lambda}}\right) + \alpha\gamma_1^2 \sin^2\lambda .$$

Dieser Ausdruck ändert sich aber nicht, wenn statt $\lambda : 180^\circ - \lambda$ gesetzt wird, er wird deshalb auch für den oberen Grenzwert der anderen Seite gelten.

Bemerkt man noch, daß

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\gamma_1 \sin\lambda}{\sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2\lambda}}\right) = \operatorname{arc\,sin}(\gamma_1 \sin\lambda)$$

ist, so erhält man

$$\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{B - \cos\lambda}{\sin\lambda}\right) + \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{B' + \cos\lambda}{\sin\lambda}\right) = \pi - 2 \operatorname{arc\,sin}(\gamma_1 \sin\lambda) - 2\alpha\gamma^2 \sin^2\lambda .$$

Dem zweiten Gliede β entspricht

$$B + B' = 2\Gamma \sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2\lambda} - 2\alpha \sin\lambda \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \gamma_1^2\right]$$

offenbar die quantitativ den Ausschlag gebende Größe des ganzen Ausdruckes.

Das letzte logarithmische Glied bedeutet hier nur eine kleine Korrektionsgröße. Setzt man nämlich für den Augenblick $B = B_0 + b\cos\lambda$, wo

$$B_0 = \sqrt{\Gamma^2 - \sin 2\lambda} - \alpha \sin\lambda \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \gamma_1^2\right]$$

$b = 1 - \alpha\gamma \sin\lambda$ ist, so wird

$$1 - 2B\cos\lambda + B^2 = 1 + b(b - 2)\cos^2\lambda + B_0^2 + 2B_0(b - 1)\cos\lambda$$

oder, da $b - 1 = -\alpha\gamma \sin\lambda$,

$$\log\left(\frac{1 - 2B\cos\lambda + B^2}{1 + 2B'\cos\lambda + B'^2}\right) = \log\frac{\left(1 - \frac{2B_0\alpha\gamma_1 \sin\lambda\cos\lambda}{1 + b(b-2)\cos^2\lambda + B_0^2}\right)}{\left(1 + \frac{2B_0\alpha\gamma_1 \sin\lambda\cos\lambda}{1 + b(b-2)\cos^2\lambda + B_0^2}\right)} .$$

In diesem von α abhängigen Bruche kann man offenbar B_0 durch Γ ersetzen und erhält dafür

$$\frac{2\alpha\gamma_1^2 \sin\lambda\cos\lambda}{1 - \gamma_1 \cos^2\lambda + \ldots} = 2\alpha\gamma_1^2 \sin\lambda\cos\lambda ,$$

woraus unmittelbar für den Logarithmus der Wert folgt:

$$-4\,\alpha\gamma_1^2 \sin\lambda\cos\lambda.$$

Man erhält demnach durch die Substitution der oberen Grenzen für $N+N'$:

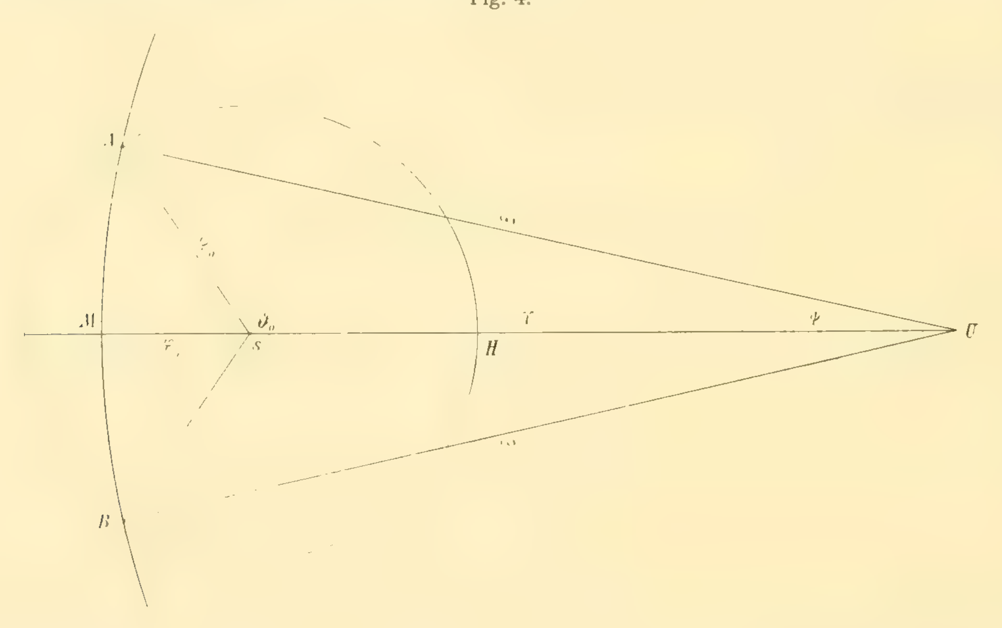
$$N_B + N'_{B'} = u\,D\,\frac{\beta_0^2+\alpha^2\cos 2\lambda}{\sin\lambda}\left[\frac{\pi}{2} - \operatorname{arc}\,\sin\,(\gamma_1\sin\lambda) - \alpha\gamma_1^2\sin^2\lambda\right]$$

$$+\,u\,D\,\alpha^2\left[\Gamma\sqrt{1-\gamma_1^2\sin^2\lambda}\quad \alpha\sin\lambda\left(1+\frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\gamma_1^2\right)-\alpha\gamma_1^2\cos\lambda\sin 2\lambda\right]\cdot$$

17.

In dem Raume des Hyperboloides zwischen B und B_1, respektive B' und B'_1 liegen bereits Teile, deren Elemente absoluten Geschwindigkeiten $> \Gamma$ entsprechen, es werden daher andere Integrations-

Fig. 4.



grenzen auftreten als bisher. Diese beiden Endräume werden nur mehr kleine Quantitäten den ermittelten Zahlen hinzufügen, die aber immerhin noch innerhalb der angenommenen Genauigkeitsgrenzen liegen.

Man kann bei der Ermittlung derselben gleich von vornherein die vereinfachende Annahme machen, daß die Dichte in diesen Räumen konstant ist. Wenn — was hier immer angenommen wurde — die zulässige Maximalgeschwindigkeit C wesentlich größer ist als die des Sonnensystems u, so ist das Volumen der Räume von der Größenordnung α^3; die Variation der Dichte ist von der Ordnung α, kann daher konsequenterweise unberücksichtigt bleiben.

Bezeichnet man die Anzahl der Geschwindigkeiten darin mit ν, respektive ν' und setzt

$\beta = (B)+\xi$, respektive $= (B')+\xi$, wo also ξ von der Ordnung α ist, so kann demgemäß

$$d\nu = D'u\,\frac{d\beta.\sin\varphi\,d\varphi\,d\vartheta}{1-\frac{2}{\beta}(\cos\varphi\cos\lambda+\sin\lambda\sin\varphi\cos\vartheta)+\frac{1}{\beta_2}}$$

$$= D'u\cdot\frac{d\xi\,.\,\sin\varphi\,d\varphi\,d\vartheta}{1-\frac{2}{(B)}\cos\lambda+\frac{1}{(B)^2}}$$

gesetzt werden.

Es sei in obenstehender Figur ABH der Schnitt des Hyperboloides mit einer Kugeloberfläche aus dem Mittelpunkt desselben, deren Radius β in den kritischen Bereich fällt, so daß also $B < \beta < B_1$. Sei weiters U der Punkt der Kugelfläche, in welchem dieselbe von der Geschwindigkeitsrichtung des Sonnensystems u getroffen wird, so daß $SU = \lambda$ ist. Wenn nun AMB jener Kreisbogen ist, dessen Punkte der Maximalgeschwindigkeit entsprechen, so wird $UM = \omega$ durch die Gleichung bestimmt:

$$\Gamma^2 = 1 + \beta^2 - 2\beta\cos\omega$$

und der Raum $AMBH$ stellt jenes Gebiet vor, in welchem der vorgelegten relativen Geschwindigkeit β noch mögliche absolute Geschwindigkeiten $\leqq \Gamma$ entsprechen. Das Integrationsresultat nach φ und ϑ wird bezüglich der jetzt geltenden Grenzen das Oberflächenstück $AMBH$ sein, da der Nenner im obigen Differential nunmehr eine Konstante ist.

Dieses Flächenstück ist nun gleich $2\,(SAH + MSA)$, $SAH = \vartheta_0\,(1 - \cos\varphi_0)$, wo ϑ_0 der Gleichung genügt

$$\cos\omega = \cos\varphi_0\cos\lambda + \sin\varphi_0\sin\lambda\cos d_0.$$

Setzt man $\omega - \lambda = \varphi_1$, so ist φ_1 für diesen Endraum von der Größenordnung φ_0. In SAH braucht man im Ausdruck für ϑ_0 offenbar nur mehr erste Potenzen von φ_0 zu berücksichtigen, so daß man zur Bestimmung von ϑ_0 die Gleichung hat

$$\cos\lambda - \sin\varphi_1\sin\lambda = \cos\lambda + \sin\varphi_0\sin\lambda\cos\vartheta_0$$

oder

$$\vartheta_0 = \arccos\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_0}\right).$$

Es ist also

$$SAH = (1 - \cos\varphi_0)\arccos\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_0}\right) = \frac{1}{2}\sin^2\varphi_0\arccos\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_0}\right).$$

Ferner hat man

$$UMA = (1 - \cos\omega)\,\psi$$

$$USA = 2\,\psi\,.\,\frac{\sin\frac{\omega}{2}\sin\frac{\lambda}{2}}{\cos\frac{\varphi_0}{2}} \text{ und}$$

$$MSA = 2\,\psi\,.\left(\sin\frac{\omega}{2} - \frac{\sin\frac{\lambda}{2}}{\cos\frac{\varphi_0}{2}}\right)\sin\frac{\omega}{2}.$$

Mit Rücksicht auf die Größenordnungen ergibt sich, da

$$\psi = \frac{\sin\vartheta_0}{\sin\omega}\sin\varphi_0 \text{ ist}$$

$$MSA = \frac{1}{2}\sin\vartheta_0\sin\varphi_0\sin\varphi_1,$$

daher das gesamte Flächenstück

$$AMBH = \sin\varphi_0\left\{\sin\varphi_0\arccos\left(-\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_0}\right) + \sin\varphi_1\sqrt{1 - \frac{\sin^2\varphi_1}{\sin^2\varphi_0}}\right\}$$

ist.

Diesen Ausdruck hat man mit $d\xi$ zu multiplizieren und von B bis B_1 zu integrieren. Dazu hat man φ_0 und φ_1 als Funktionen von ξ herzustellen. Man sieht sofort, daß im vorliegenden Falle φ_0 konstant gehalten werden kann.

Es ist

$$\sin^2\varphi_0 = \alpha^2 + \frac{\beta_0^2}{\beta^2} = \alpha^2\left[1 + \frac{\beta_0^2}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{(B)^2}\left(1 - 2\frac{\xi}{(B)}\right)\right],$$

daher

$$\sin\varphi_0 = \alpha\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\frac{1}{(B)^2} - \left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\frac{\xi}{(B)^3}\right],$$

woraus unmittelbar folgt, daß nach den bisherigen Festsetzungen das von ξ abhängige Glied vernachlässigt werden kann, daher für den Endraum

$$\sin\varphi_0 = \sqrt{\alpha^2 + \frac{\beta_0^2}{(B)^2}} = \alpha\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\cdot\frac{1}{(B)^2}\right] \text{ ist.}$$

Was die Größe φ_1 anbelangt, so ergibt sich dieselbe leicht aus der Gleichung für ω: $\Gamma^2 = 1 + \beta^2 - 2\,\beta\cos$, die auch so formuliert werden kann

$$\Gamma^2 = 1 + [(B)+\xi]^2 - 2\,[(B)+\xi]\cos(\lambda+\varphi_1).$$

Da es hier wieder ausreicht, nur erste Potenzen von ξ und φ_1 mitzunehmen, so erhält man unter Berücksichtigung der Relation

$$\Gamma^2 = 1 + (B)^2 - 2\,(B)\cos\lambda$$

$$\sin\varphi_1 = -\frac{(B) - \cos\lambda}{(B)\sin\lambda}\,.\,\xi = -L\,.\,\xi.$$

Dann ist

$$d\nu = \frac{n\,D'\,d\xi}{1 - \frac{2}{(B)}\cos\lambda + \frac{1}{(B)^2}}\sin\varphi_0\left\{\sin\varphi_0 \arccos\left(\frac{L\xi}{\sin\varphi_0}\right) - L\xi\sqrt{1 - \frac{L^2\xi^2}{\sin^2\varphi_0}}\right\}.$$

Der zweite Teil liefert für die Integration über den ganzen Endraum offenbar keinen Beitrag, da

$$\int L\xi\sqrt{1 - \frac{L^2}{\sin^2\varphi_0}\xi^2}\,d\xi = -\frac{1}{3}\frac{\sin^2\varphi_0}{L}\left(1 - \frac{\sin^2\varphi_1}{\sin^2\varphi_0}\right)^{3/2}$$

und für die Grenzen $\sin\varphi_1 = \pm\sin\varphi_0$ ist.

Für den ersten Teil erhält man:

$$\int \arccos\left(\frac{L\xi}{\sin\varphi_0}\right)d\xi = \xi\arccos\left(\frac{L\xi}{\sin\varphi_0}\right) - \frac{\sin\varphi_0}{L\xi}\sqrt{1 - \frac{L^2\xi^2}{\sin^2\varphi_0}},$$

so daß mit Rücksicht auf die Grenzen

$$\nu = \frac{n\,D'\sin^2\varphi_0}{1 - \frac{2}{(B)}\cos\lambda + \frac{1}{(B)^2}}\left[\xi\arccos\left(\frac{L\xi}{\sin\varphi_0}\right)\right]_{-\xi_0}^{+\xi_0},$$

wo

$$\xi_0 = \alpha\sin\lambda\left[1 + \gamma_1\cos\lambda + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\gamma_1^2\right] \text{ ist.}$$

Die Einführung dieser Grenzen ergibt dann

$$\nu = \frac{u D \sin^2 \varphi_0}{1 - \frac{2}{(B)} \cos\lambda + \frac{1}{(B)^2}} \cdot \frac{\alpha}{2} \sin\lambda \left[1 + \gamma_1 \cos\lambda + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \gamma_1^2\right].$$

Nun ist

$$\frac{1}{1 - \frac{2}{(B)} \cos\lambda + \frac{1}{(B)^2}} = \frac{(B)^2}{\Gamma^2} = \left(\sqrt{1-\gamma_1^2 \sin^2\lambda} + \gamma_1 \cos\lambda\right)^2,$$

so daß man schließlich erhält

$$\nu = \frac{1}{2} u D \sin^2 \varphi_0 . \alpha \sin\lambda \left[1 - \gamma_1 \cos\lambda - \left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\right) \gamma_1^2\right].$$

Da sich der analoge Ausdruck für das entgegengesetzte Ende des Hyperboloides nur durch das Vorzeichen von $\cos\lambda$ unterscheiden wird, so wird

$$\nu + \nu' = u D \sin^2 \varphi_0 \alpha \sin\lambda \left[1 - \left(1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2\right) \gamma_1^2\right].$$

Berücksichtigt man, daß hier

$$\sin^2 \varphi_0 = \alpha^2 \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{1}{(B)^2}\right] = . \alpha^2 \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 \gamma_1^2\right]$$

gesetzt werden kann, so erhält man schließlich für die den beiden Endräumen entsprechende Größe

$$\nu + \nu' = u D \alpha^3 \sin\lambda \left[1 + \left(\frac{3}{2}\left(\frac{\beta_0}{\alpha}\right)^2 - 1\right) \gamma_1^2\right].$$

18.

Die bis jetzt gewonnenen Resultate geben nun die Möglichkeit, die Gesamtzahl der aus allen möglichen Geschwindigkeiten sich ergebenden sichtbaren Bahnen zu bestimmen.

Die Zahl der zwischen β_1 und B liegenden Bahnen ist nach der früheren Bezeichnungsweise

$$N(\beta_1, B) = N_B + N'_{B'} - (N + N')_{\beta_1} .$$

Bemerkt man nun, daß die für $(N + N')_{\beta_1}$ erhaltene Größe gleich ist $N(0, \beta_1)$, der Zahl der merklich parabolischen Bahnen, so folgt daraus, daß die Zahl sämtlicher Bahnen bis B:

$$N(0, B) = N_B + N'_{B'} ,$$

daß also mit einer etwas anderen Anordnung des oben erhaltenen Ausdruckes

$$N(0, B) = u D \frac{\beta_0^2}{\sin\lambda} \left[\text{arc cos}(\gamma_1 \sin\lambda) - \frac{3}{2} \alpha \gamma_1^2 \sin^2\lambda\right]$$

$$+ u D \alpha^2 \left[\Gamma \sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2\lambda} + \frac{\cos 2\lambda}{\sin\lambda} \text{arc cos}(\gamma_1 \sin\lambda)\right]$$

$$- u D \alpha^3 [\sin\lambda + \gamma_1^2 \sin 3\lambda].$$

Dazu kommt noch die eben gefundene Größe

$$\nu + \nu' = u D \cdot \frac{3}{2} \beta_0^2 \alpha \gamma_1^2 \sin \lambda$$

$$+ u D \alpha^3 \sin \lambda \, (1 - \gamma_1^2).$$

Die Gesamtzahl der Bahnen ist demnach

$$N(0, B_1) = u D \frac{\beta_0^2}{\sin \lambda} \arccos (\gamma_1 \sin \lambda)$$

$$+ u D \alpha^2 \left[\Gamma \sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2 \lambda} + \frac{\cos 2\lambda}{\sin \lambda} \arccos (\gamma_1 \sin \lambda) \right]$$

$$u D \alpha^3 \gamma_1^2 \, [\sin \lambda + \sin 3\lambda].$$

Eine etwas einfachere Form erhält dieser Ausdruck, wenn man einen Winkel μ durch die zulässige Substitution $\gamma_1 \sin \lambda = \cos \mu$ einführt. Dann wird die Gesamtzahl ausgedrückt durch

$$N(0, B_1) = u D \frac{\beta_0^2}{\sin \lambda} \cdot \mu + u D \alpha^2 \left[\Gamma \sin \mu + \frac{\cos 2\lambda}{\sin \lambda} \mu \right] + 4 u D \alpha^3 \cos^2 \mu \frac{\cos^2 \lambda}{\sin \lambda}.$$

Setzt man endlich $\frac{\beta_0^2}{\alpha^2} = K$, eine Größe, die sehr nahe der Einheit gleich sein wird so resultiert für das gesuchte Verhältnis V der merklich parabolischen zu sämmtlichen Bahnen:

$$V = \frac{K \left(\beta_1 \sin \lambda + \frac{1}{3} \beta_1^3 \sin 3\lambda + \frac{1}{5} \beta_1^5 \sin 5\lambda \right) + \beta_1^2 \left(\frac{1}{3} \beta_1 \sin \lambda + \frac{1}{5} \beta_1^3 \sin 3\lambda \right)}{\Gamma \sin \lambda \sqrt{1 - \gamma_1^2 \sin^2 \lambda} + \cos 2\lambda \arccos (\gamma_1 \sin \lambda) + K \arccos (\gamma_1 \sin \lambda) - \alpha \gamma_1^2 \sin^2 2\lambda}$$

oder durch Einführung der Größe μ:

$$V = \frac{K \left(\beta_1 \sin \lambda + \frac{1}{3} \beta_1^3 \sin^3 \lambda + \frac{1}{5} \beta_1^5 \sin^5 \lambda \right) + \beta_1^2 \left(\frac{1}{3} \beta_1 \sin \lambda + \frac{1}{5} \beta_1^3 \sin 3\lambda \right)}{\Gamma \sin \lambda \sin \mu + (K + \cos 2\lambda) \mu + 4 \alpha \cos^2 \lambda \cos^2 \mu}$$

19.

Die bisherigen Ausführungen sind nicht unter allen Umständen gültig. Sie basieren auf einer Entwicklung nach Potenzen der sehr kleinen Größen α oder β_0, beginnend mit der Ordnung α^2, deren Glieder aber Potenzen der Größe $X = 1 - 2\beta \cos \lambda + \beta^2$ zum Nenner haben. Diese Entwicklung verliert daher ihre Gültigkeit, sobald X eine kleine Größe derselben oder höherer Ordnung als α ist.

Da $X = (1-\beta)^2 + 4\beta \sin^2 \frac{\lambda}{2}$ ist, so wird dieser Fall dann eintreten, wenn sowohl λ als auch $1-\beta$ Größen von der Ordnung α sind. Vermöge des letzteren Umstandes bleibt daher jene Entwicklung, die sich auf die Zahl der merklich parabolischen Bahnen bezieht, unter allen Umständen gültig, da man β_1 als beträchtlich kleiner als die Einheit annehmen muß, so daß man ohne weiteres die entsprechende Zahl für den Grenzwert $\lambda = 0$ aus der gegebenen Formel für $N(0, \beta_1)$ entnehmen kann. Andrerseits wird aber da Γ beträchtlich größer als die Einheit anzunehmen ist, bei genügend kleinem λ die Integration über Gebiete führen, in welchen die obigen Entwicklungen aus dem angegebenen Grunde ungültig ist. Tatsächlich wird auch die Integration in der bisherigen Form überhaupt nicht mehr anwendbar, wenn λ so klein ist, daß die Strecke u ganz innerhalb des Hyperboloides fällt. Dann wird sich in dem dem Endpunkte

von u unendlich benachbarten Raume die Funktion F', wie unmittelbar ersichtlich ist, beliebig der Null nähern und

$$\int \beta \log F' d\beta$$

überhaupt sinnlos werden.

Es ist selbstverständlich, daß tatsächlich keine derartige Diskontinuität vorhanden sein kann und das Auftreten einer solchen ihren Grund nur in der gewählten Darstellungsform haben kann, da ja nach dem angenommenen Gesetze des Vorkommens der absoluten Geschwindigkeiten jedem endlichen Volumen eine endliche Zahl von Geschwindigkeitsendpunkten entspricht, die sich mit der Lage desselben stetig ändert.

Es soll hier nur der Grenzfall $\lambda = 0$ behandelt werden. Man erhält nach dem eben Gesagten die Zahl der merklich parabolischen Bahnen aus der Spezialisierung der oben dafür gefundenen Formel:

$$N(0, \beta_1)_{\lambda=0} = u D \beta_0^2 (\beta_1 + \beta_1^3 + \beta_1^5) + u D \alpha^2 \left(\frac{1}{3} \beta_1^3 + \frac{3}{5} \beta_1^5\right).$$

Nebenbei möge hier die Bemerkung Platz finden, daß sich dieser Fall auch völlig streng erledigen ließe. Für die numerische Auswertung ist die bisherige Darstellung natürlich die vorteilhaftere.

Zum Zwecke der Ermittlung der Gesamtzahl soll aber aus den angeführten Gründen ein etwas anderer Weg dadurch eingeschlagen werden, daß statt der relativen Geschwindigkeit die absolute als Integrationsvariable eingeführt wird.

Denkt man sich in dem betrachteten Punkt des Raumes wieder die der Geschwindigkeit u entsprechende Strecke angebracht, so wird dieselbe nunmehr ganz in die gegen die Sonne gerichtete Achse des Hyperboloides fallen. Um den Endpunkt U dieser Strecke seien unendlich dünne Kugelschalen beschrieben, deren Radien den absoluten Geschwindigkeiten c entsprechen.

Die Zahl der einer solchen Kugelschale zugehörigen Geschwindigkeiten ist nach den gemachten Annahmen $4 D' \pi dc = 2 D dc$; einem Segment vom Öffnungswinkel 2ψ entspricht die Zahl $D(1 - \cos\psi)\, dc$.

Um die Gesamtzahl zu finden, hat man über die innerhalb des Hyperboloides fallenden Teile der Kugelschalen zu summieren.

Einen Teil dieser Summierung kann man sofort ausführen. In der um U beschriebenen Kugel, welche das Hyperboloid berührt, werden sämtliche absolute Geschwindigkeitsrichtungen vorkommen. Ist c_0 der Radius derselben, so ist die Zahl der Geschwindigkeiten innerhalb dieses Raumes $4\pi D' c_0 = 2 D c_0$.

Beschreibt man in irgend einer Meridianebene der Rotationsfigur um U einen Kreis mit dem Radius c so sind die Ordinaten der Schnittpunkte mit der Hyperbel gegeben durch

$$y = u \frac{b^2}{a^2 + b^2} + \frac{b}{a^2 + b^2} \sqrt{(c^2 - a^2)(a^2 + b^2) - a^2 u^2}\,,$$

wenn a und b die absoluten Beträge der beiden Achsen sind.

Für den berührenden Kreis hat man

$$(c_0^2 - a^2)(a^2 + b^2) = a^2 u^2.$$

Da nun

$$a^2 = g_0^2 = \frac{2q}{r(r+q)}$$

und

$$b^2 = 2 \frac{r-q}{rq},$$

so findet man

$$\frac{a^2}{a^2 + b^2} = \frac{q^2}{r^2} = \alpha^2.$$

daher

$$c_0^2 = g_0^2 + \alpha^2 u^2,$$

oder, wenn man die Größe $\frac{c}{u} = \zeta$ setzt

$$\zeta_0^2 = \beta_0^2 + \alpha^2.$$

Die Zahl der Geschwindigkeiten innerhalb der berührenden Kugel ist daher $2\, D\, u\, \zeta_0$.

Für den $c > c_0$ hat man über die vom Hyperboloid herausgeschnittenen Kugelsegmente zu summieren. Die zugehörigen Winkel ψ bestimmen sich aus

$$\cos\psi = \frac{y-u}{c}$$

für das positive Vorzeichen der Wurzel und

$$\cos\psi' = \frac{u-y'}{c}$$

für das negative. Da nun

$$y = u\,(1-\alpha^2) + u\sqrt{1-\alpha^2}\sqrt{\zeta^2-\beta_0^2-\alpha^2},$$

so ist

$$\cos\psi = -\frac{\alpha^2}{\zeta} + \frac{1}{\zeta}\sqrt{1-\alpha^2}\sqrt{\zeta^2-\zeta^2}$$

und

$$\cos\psi' = +\frac{\alpha^2}{\zeta} + \frac{1}{\xi}\sqrt{1-\alpha^2}\sqrt{\zeta^2-\zeta_0{}^2}.$$

Addiert man gleich beide zum selben c gehörigen Werte, so hat man

$$dN = 2\,u\,D\left[1-\frac{1}{\zeta}\sqrt{1-\alpha^2}\sqrt{\zeta^2-\zeta_0^2}\right]d\zeta;$$

das gibt, zwischen den Grenzen c_0 und C integriert:

$$N(c_0, C) = 2\,u\,D\left[\Gamma-\zeta_0-\sqrt{1-\alpha^2}\left(\sqrt{\Gamma^2-\zeta_0^2}-\zeta_0 \arccos\frac{\zeta_0}{\Gamma}\right)\right]$$

addiert man $N(0, c_0) = 2uD\zeta_0$, so erhält man schließlich als Gesamtzahl

$$N(0, C)_{\lambda=0} = 2\,u\,D\left[\Gamma-\sqrt{1-\alpha^2}\left(\sqrt{\Gamma^2-\zeta_0^2}-\zeta_0 \arccos\frac{\zeta_0}{\Gamma}\right)\right].$$

Entwickelt man wieder in der bisherigen Weise nach den Größen α und ζ_0, so wird der Klammerausdruck

$$\Gamma-\left(1-\frac{\alpha^2}{2}\right)\left[\Gamma\left(1-\frac{1}{2}\cdot\frac{\zeta_0^2}{\Gamma^2}\right)-\zeta_0\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\zeta_0}{\Gamma}\right)\right]$$

und die Gesamtzahl

$$N(0, C)_{\lambda=0} = u\,D\left[\pi\,\zeta_0+\alpha^2\,\Gamma-\gamma_1\,\zeta_0^2-\pi\,\frac{\alpha^2}{2}\,\zeta_0\right].$$

Zu bemerken ist hier der Umstand, daß diese Größe nicht mehr wie die bisherigen von der Ordnung α^2, sondern des ersten Gliedes wegen erster Ordnung in α ist. Der Grund liegt eben darin, daß bei der gemachten Annahme der gleichmäßigen Verteilung der Geschwindigkeiten einem Raume von den Dimen-

sionen der Ordnung α in der unmittelbaren Umgebung von U ein N von der Ordnung α entspricht, in endlicher Entfernung jedoch N von derselben Größenordnung wie der zugehörige Raum ist oder höherer Ordnung.

Es wird demgemäß auch das Verhältnis der ausgesprochen hyperbolischen Bahnen zu den merklich parabolischen über alle Maßen groß, nämlich, wie gleich ersichtlich sein wird, durch ein beträchtliches Vielfache von $\frac{1}{\alpha}$ dargestellt. Nun ist aber offenbar dieser Fall und der der kleinen λ überhaupt für das Gesamtresultat nicht ausschlaggebend, da die Area der Himmelskugel, die einem bestimmten λ entspricht, $\sin\lambda$ proportional ist. Das ist auch der Grund, warum hier der Fall der kleinen λ, das heißt der λ, die von derselben Ordnung wie der Asymptotenwinkel α sind, nicht weiter behandelt werden soll, dessen analytische Weitläufigkeit überdies in keinem Verhältnis zu dem Einfluß auf das Gesamtresultat steht.

20.

Um nun ein Bild von den Wahrscheinlichkeitsverhältnissen zu gewinnen, wie sie aus den hier entwickelten Formeln resultieren, sind dieselben für einige Annahmen der Größen Γ und β_1 gerechnet worden, die so gewählt wurden, daß die tatsächlichen Verhältnisse sicher von ihnen eingeschlossen werden. Für diesen Zweck wird man sich natürlich weitgehender Vereinfachungen bedienen können.

Nimmt man als Grenze die in Frage kommenden Periheldistanzen $q = 2$ an und berücksichtigt, daß u wahrscheinlich nahe der Einheit gleich sein wird, so wird $\beta_0 = \alpha$.

Für $\lambda = 0$ ergibt sich als Verhältnis der merklich parabolischen Bahnen zur Gesamtzahl, wenn man im Nenner nur das überwiegende Glied $\frac{1}{\alpha}$ beibehält, $V = \frac{\beta_1 \alpha}{\pi}$,

was nach den früheren approximativen Zahlwerten α und β_1 nichts anderes besagt, als daß für die Gegend um den Apex, respektive Antiapex der Sonnenbewegung eine merklich parabolische Bahn auf eine Anzahl hyperbolischer kommen würde, die etwa durch e i n e achtziffrige Zahl angebbar wäre, ein Resultat, das, wie bemerkt, für die Gesamtverhältnisse irrelevant ist.

Der analoge Ausdruck für endliche λ läßt sich mit ausreichender Näherung darstellen durch

$$V = \frac{\beta_1 \sin\lambda}{\Gamma \sin\lambda \sqrt{1-\gamma_1^2 \sin^2\lambda} + (1+\cos 2\lambda) \arccos(\gamma_1 \sin\lambda)}.$$

Es soll nun $\Gamma = 3$, 10 und 17 gesetzt, das heißt, angenommen werden, daß das Maximum der interstellaren Geschwindigkeiten das Drei-, respektive Zehn- oder Siebzehnfache der Geschwindigkeit des Sonnensystems betragen würde. Ferner soll konform den früheren Folgerungen als Grenzgeschwindigkeit β_1 in großer Distanz (100.000) für jene Hyperbeln, die in der Perihelgegend von Parabeln nicht unterschieden werden können, 0·02 gesetzt werden.

Die Zahlen der folgenden Tabelle bedeuten die Anzahl der Kometenbahnen, auf welche unter den angegebenen Umständen eine einzige merklich parabolische Bahn fallen würde:

λ	$\Gamma = 3$	10	17
10°	1000	1393	1722
20°	527	899	1252
30°	358	728	1081
40°	262	637	989
50°	216	579	931
60°	181	541	893
70°	158	512	862
80°	146	502	853
90°	141	475	849

Diese Zahlen zeigen zur Genüge das starke Überwiegen ausgesprochen hyperbolischer Bahnen.

Wesentlich für das Zustandekommen dieses Resultates war der Umstand, daß die Grenzgeschwindigkeit in großen Distanzen für die merklich parabolischen Bahnen höherer Ordnung ist als die Geschwindigkeit des Sonnensystems, während die obere Grenze der kosmischen (absoluten) Geschwindigkeiten mit dieser vergleichbar ist.

Wenn demnach die Kometen, in keinem Zusammenhang mit dem Sonnensystem stehend, aus interstellarem Raum in die Wirkungssphäre der Sonne gelangen würden mit absoluten Geschwindigkeiten, die jeder Richtung nach und innerhalb gewisser endlicher Grenzen auch jeder Größe nach gleich wahrscheinlich sind, so müßten die ausgesprochen hyperbolischen Bahnen in einem Verhältnis überwiegen, das durch Vielfache der Zahl 100 seiner Größenordnung nach charakterisiert wäre.

Hält man dieses Resultat mit dem früheren zusammen, wonach elliptische Kometenbahnen mit einer Apheldistanz, die etwa das 70fache der Neptunsdistanz beträgt, schon mit äußerst geringer Wahrscheinlichkeit von einer parabolischen unterschieden werden können, so gelangt man zu dem Schlusse, daß die Kometen unserem Sonnensystem angehören und ihr Ursprung in Entfernungen vom Zentralkörper liegen kann, welche im Verhältnis zu den Distanzen der nächsten Fixsterne noch immer als sehr klein zu bezeichnen sind.



THEORIE DER DREHUNG DER ERDE

VON

DR. L. DE BALL

DIREKTOR DER v. KUFFNER'SCHEN STERNWARTE.

(Mit 13 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 31. OKTOBER 1907.

Die vorliegende Arbeit soll die Theorie der Drehung der Erde in einer gegenüber der üblichen Darstellung wesentlich vereinfachten und doch vom Standpunkte der Praxis aus völlig strengen Form geben. Die Erde wird dabei als ein starres Rotationsellipsoid aufgefaßt werden, dessen Trägheitsmomente in Bezug auf sämtliche im Äquator liegende und durch den Mittelpunkt gehende Achsen einander gleich sind. Eine Folge dieser Annahme ist, daß die jeweilige Schnittlinie des Äquators mit einer festen Fundamentalebene, und die durch den Mittelpunkt der Erde und in der Äquatorebene senkrecht zu dieser Schnittlinie gezogene Gerade als Hauptträgheitsachsen aufgefaßt und zu Koordinatenachsen gewählt werden können; die so getroffene Wahl der Achsen ist von großem Vorteil für die weiteren Untersuchungen.[1]

Bei der Berechnung der aus der Anziehung des Mondes stammenden Drehungsmomente in Bezug auf die Koordinatenachsen habe ich an Stelle der Länge und Breite des Mondes seine Länge in der Bahn und die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik eingeführt. Diese Substitution ermöglicht es, die in den Gleichungen auftretenden Produkte der trigonometrischen Funktionen der Länge und Breite des Mondes zunächst in Summen von sehr einfach gebauten Gliedern zu verwandeln, so zwar, daß man außer einem sofort erledigten, von dem Knoten und der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik abhängigen Gliede, nur mehr einen einzigen Ausdruck, nämlich den Sinus der doppelten Länge des Mondes in seiner Bahn in eine Reihe zu entwickeln hat. Die Ausdrücke für die Länge des Mondes in seiner Bahn und für den reziproken Wert des Radiusvektors des Mondes wurden der Delaunay'schen Theorie entlehnt, auf die periodischen Störungen des Knotens und der Neigung der Mondbahn ist Rücksicht genommen worden. Die Integration der Differentialgleichungen erfolgt auf dem Wege der sukzessiven Näherungen; jedoch führt bereits die zweite Näherung zur Kenntnis aller Glieder, deren Koeffizienten 0"002 erreichen.

Bei der Berechnung der numerischen Werte der in den Endformeln auftretenden Koeffizienten wurden die von der Pariser Konferenz angenommenen Werte der Präzessions- und Nutationskonstante zu Grunde gelegt; die der Theorie der Bewegung der Sonne zu entlehnenden Zahlenwerte sind nach den Newcomb'schen Sonnentafeln angesetzt worden. Als feste Fundamentalebene wurde die Ebene der

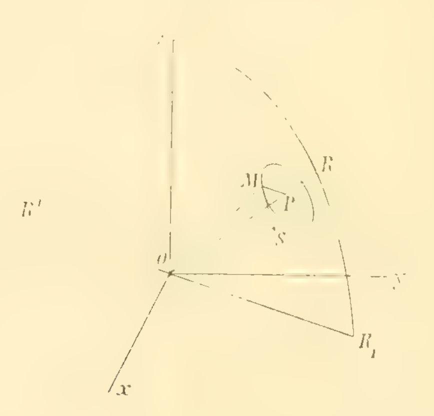
[1] Wie ich erst nachträglich bemerkt habe, hat schon Routh sich derselben Achsen bedient (Routh, Dynamics, part II, Art. 522).

Ekliptik für die Epoche 1850.0 gewählt; indessen sind auch alle Formeln entwickelt worden, deren man bedarf, wenn man die einer anderen Epoche zugehörige Ekliptik als Fundamentalebene zu betrachten wünscht.

In der Absicht, die Theorie der Drehung der Erde von Grund auf zu entwickeln, habe ich in den zwei ersten Artikeln und zum Teil im Anschluß an das durch die Eleganz der Darstellung ausgezeichnete Lehrbuch der analytischen Mechanik von Ph. Gilbert[1] einige Formeln abgeleitet, deren man im Verlauf der Untersuchungen bedarf. Der Hinweis auf das genannte Werk erscheint um so mehr geboten, als die von Gilbert gewählte Form, die der Bewegung eines starren Körpers um einen festen Punkt entsprechenden Euler'schen Gleichungen zu begründen, mir als Vorbild für die Ableitung der Differentialgleichungen der Bewegung sowohl der Achse des größten Trägheitsmomentes als auch der Rotationsachse der Erde gedient hat.

1. Um durch eine einfache Gerade nicht nur die Richtung der Rotationsachse sondern auch die Winkelgeschwindigkeit und den Sinn der Rotation eines Körpers darzustellen, trage man auf der Drehungsachse, von einem ihrer Punkte O aus, eine der Winkelgeschwindigkeit ω proportionale Strecke OR ab, und zwar in einem solchen Sinne, daß für einen Beobachter, dessen Kopf in R und dessen Füße in O sich

Fig. 1.



befinden, die Drehung von rechts nach links erfolgt; eine solche Drehung möge als positiv bezeichnet werden. Es seien x, y, z die Koordinaten und v_x, v_y, v_z die Geschwindigkeitskomponenten eines Punktes M des rotierenden Körpers, bezogen auf ein durch O gelegtes festes rechtwinkeliges Koordinatensystem; ferner gebe MS die Richtung der Geschwindigkeit v des Punktes M an, so daß also MS senkrecht zur Ebene MOR, folglich auch senkrecht zu OR und OM ist. Bezeichnet man demnach mit α, β, γ die Richtungswinkel von OR, so hat man die Gleichungen

$$
(1)\qquad \begin{aligned} v_x \cos\alpha + v_y \cos\beta + v_z \cos\gamma &= 0 \\ x v_x + y v_y + z v_z &= 0 \end{aligned}
$$

Wenn nun f den Abstand MP des Punktes M von der Rotationsachse bedeutet, so ist

$$
(2)\qquad v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 = v^2 = \omega^2 f^2.
$$

Aus den vorigen Gleichungen ergibt sich, wenn noch $OM = \delta$ gesetzt wird, so daß also

$$
f = \delta \sin MOR
$$

ist,

---

[1] Ph. Gilbert, Cours de mécanique analytique, 3me éd., Paris 1891 (Gauthier-Villars).

$$\frac{v_x}{z\cos\beta - y\cos\gamma} = \frac{v_y}{x\cos\gamma - z\cos\alpha} = \frac{v_z}{y\cos\alpha - x\cos\beta}$$

$$= \pm \frac{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}}{\sqrt{(z\cos\beta - y\cos\gamma)^2 + (x\cos\gamma - z\cos\alpha)^2 + (y\cos\alpha - x\cos\beta)^2}}$$

$$= \pm \frac{\omega f}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)(\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma) - (x\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma)^2}}$$

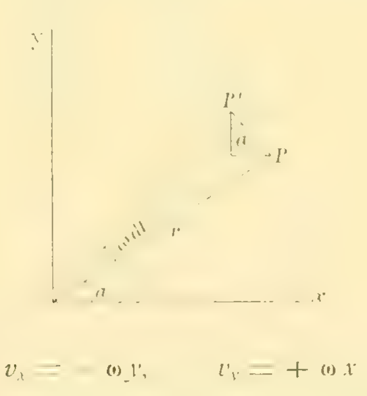
$$= \pm \frac{\omega f}{\sqrt{\varrho^2 - \varrho^2\cos^2 MOR}} = \pm\, \omega.$$

Um zu bestimmen, welches der beiden Vorzeichen gewählt werden muß, betrachte man den Spezialfall, wo die Rotationsachse mit der z Achse zusammenfällt und demnach $\cos\alpha = \cos\beta = 0, \cos\gamma = 1$ ist. Die vorigen Gleichungen geben dann

$$v_x = \mp\, \omega y, \qquad v_y = \pm\, \omega x.$$

Mit Hülfe von Fig. 2 ergibt sich aber ohne weiteres, daß, wenn der in der xy Ebene gelegene Punkt P in dem Zeitelement dt den kleinen Kreisbogen $PP' = r\,\omega\, dt$ beschreibt, die Geschwindigkeitskomponenten des Punktes gleich

Fig. 2.



$$v_x = -\,\omega y, \qquad v_y = +\,\omega x$$

sind. Somit muß das obere Vorzeichen gewählt werden, und man erhält

$$(3) \qquad \begin{aligned} v_x &= \omega\,(z\cos\beta - y\cos\gamma) \\ v_y &= \omega\,(x\cos\gamma - z\cos\alpha) \\ v_z &= \omega\,(y\cos\alpha - x\cos\beta). \end{aligned}$$

Die Komponenten $\omega\cos\alpha$, $\omega\cos\beta$, $\omega\cos\gamma$ der Achse $OR = \omega$ in Bezug auf die Koordinatenachsen mögen der Reihe nach mit p, q, r bezeichnet werden; man hat dann

$$(4) \qquad \omega^2 = p^2 + q^2 + r^2$$

und die Gleichungen (3) nehmen die Form an

$$(5) \qquad \begin{aligned} v_x &= qz - ry \\ v_y &= rx - pz \\ v_z &= py - qx. \end{aligned}$$

Da p, q, r die Projektionen der Strecke OR auf die Koordinatenachsen darstellen und OR die Richtung der Rotationsachse des Körpers, die Winkelgeschwindigkeit und den Sinn der Rotation angibt, so kann man auch sagen: Wenn sich ein Körper mit der Winkelgeschwindigkeit ω um eine Gerade OR dreht, welche mit drei zu einander senkrechten Achsen Ox, Oy, Oz die Winkel α, β, γ bildet, so läßt sich diese Drehung durch drei andere um die genannten Achsen ersetzen und zwar sind die Winkelgeschwindigkeiten dieser Drehungen bezüglich gleich $\omega \cos \alpha$, $\omega \cos \beta$, $\omega \cos \gamma$. Hat eine dieser Drehungen, zum Beispiel $\omega \cos \alpha$ einen negativen Wert, so bedeutet das, daß die Drehung um die x-Achse, von deren positivem Ende aus betrachtet, von links nach rechts stattfindet; vom negativen Ende der x-Achse aus gesehen, würde eine solche Drehung von rechts nach links erfolgen. Einer Drehung $\omega \cos \alpha$ um die positive x-Achse ist also die Drehung $-\omega \cos \alpha$ um die negative x-Achse äquivalent.

2. Wenn – mit Bezug auf ein im Raume festes rechtwinkeliges Koordinatensystem – X, Y, Z die Komponenten der an einem Punkt von der Masse m und den Koordinaten x_1, y_1, z_1 wirkenden Kraft bedeuten, so lehrt das d'Alembert'sche Prinzip, daß für alle mit den Verbindungen eines Systems von Massenpunkten verträglichen Bewegungen $\delta x_1, \delta y_1, \delta z_1$ die Gleichung bestehen muß

$$\Sigma \left\{ \left(X - m \frac{d^2 x_1}{dt^2} \right) \delta x_1 + \left(Y - m \frac{d^2 y_1}{dt^2} \right) \delta y_1 + \left(Z - m \frac{d^2 z_1}{dt^2} \right) \delta z_1 \right\} = 0. \tag{6}$$

Unter dem System von Massenpunkten soll nun ein fester Körper verstanden werden. Die allgemeinste Bewegung des Systems setzt sich dann zusammen aus einer fortschreitenden und aus einer drehenden Bewegung. Bezeichnet man die Geschwindigkeitskomponenten der fortschreitenden Bewegung mit u, v, w und die Komponenten der Winkelgeschwindigkeit mit p, q, r, so erhält man mit Berücksichtigung der Gleichungen (5)

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= u + qz_1 - ry_1 \\ \frac{dy_1}{dt} &= v + rx_1 - pz_1 \\ \frac{dz_1}{dt} &= w + py_1 - qx_1; \end{aligned} \tag{7}$$

ferner ist

$$\delta x_1 = \frac{dx_1}{dt} \delta t, \qquad \delta y_1 = \frac{dy_1}{dt} \delta t, \qquad \delta z_1 = \frac{dz_1}{dt} \delta t. \tag{8}$$

Die aus den Gleichungen (8) und (7) folgenden Werte von $\delta x_1, \delta y_1, \delta z_1$ sind nun in (6) zu substituieren. Damit die so gewonnene neue Gleichung für beliebige Werte von u, v, w, p, q, r erfüllt sei, müssen die Koeffizienten dieser sechs Variabelen jeder für sich verschwinden; man erhält demnach

$$\Sigma m \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \Sigma X, \qquad \Sigma m \frac{d^2 y_1}{dt^2} = \Sigma Y, \qquad \Sigma m \frac{d^2 z_1}{dt^2} = \Sigma Z \tag{9}$$

und

$$\begin{aligned} \Sigma m \left(y_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} - z_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} \right) &= \Sigma (y_1 Z - z_1 Y) \\ \Sigma m \left(z_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} - x_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} \right) &= \Sigma (z_1 X - x_1 Z) \\ \Sigma m \left(x_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} - y_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} \right) &= \Sigma (x_1 Y - y_1 X). \end{aligned} \tag{10}$$

Wählt man den Schwerpunkt des Körpers zum Anfangspunkt eines neuen Koordinatensystems, dessen Achsen den vorhin benutzten festen Achsen stets parallel bleiben sollen, so hat man, wenn $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ die Koordinaten des Schwerpunktes in Bezug auf das alte Koordinatensystem, und x, y, z die Koordinaten des Massenelementes m in Bezug auf das neue System bedeuten,

$$(11) \qquad x_1 = \bar{x} + x, \qquad y_1 = \bar{y} + y, \qquad z_1 = \bar{z} + z.$$

Ferner ist

$$\Sigma m x = \Sigma m y = \Sigma m z = 0,$$

folglich auch

$$\Sigma m \frac{d^2 x}{dt^2} = \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} = \Sigma m \frac{d^2 z}{dt^2} = 0.$$

Durch Substitution von (11) in (9) ergibt sich also, wenn $\Sigma m = M$ gesetzt wird,

$$(12) \qquad M \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} = \Sigma X, \qquad M \frac{d^2 \bar{y}}{dt^2} = \Sigma Y, \qquad M \frac{d^2 \bar{z}}{dt^2} = \Sigma Z,$$

das heißt: Die Bewegung des Schwerpunktes eines irgend welchen Kräften unterworfenen festen Körpers ist dieselbe, als wenn die ganze Masse des Körpers in seinem Schwerpunkt konzentriert wäre und alle Kräfte direkt an letzterem wirkten. Substituiert man die Werte (11) von x_1, y_1, z_1 in die Gleichungen (10), so erhält man mit Berücksichtigung der Gleichungen (12)

$$(13) \qquad \begin{aligned} \Sigma m \left(y \frac{d^2 z}{dt^2} - z \frac{d^2 y}{dt^2} \right) &= \Sigma (y Z - z Y) \\ \Sigma m \left(z \frac{d^2 x}{dt^2} - x \frac{d^2 z}{dt^2} \right) &= \Sigma (z X - x Z) \\ \Sigma m \left(x \frac{d^2 y}{dt^2} - y \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= \Sigma (x Y - y X). \end{aligned}$$

Diese Gleichungen haben dieselbe Form wie die Gleichungen (10); dem Inhalte nach besteht aber der Unterschied, daß die Gleichungen (10) für ein im Raume festes, die Gleichungen (13) dagegen für ein im Raume bewegliches Koordinatensystem gelten, dessen Anfangspunkt der Schwerpunkt ist, und dessen Achsen eine konstante Richtung haben. Die Bewegung eines festen Körpers um den beweglichen Schwerpunkt, welche naturgemäß nur in einer Drehung bestehen kann, ist also dieselbe als wenn der Schwerpunkt fest wäre.

Unter Einführung der Geschwindigkeitskomponenten v_x, v_y, v_z kann man den Gleichungen (13) die Form geben

$$(14) \qquad \begin{aligned} \frac{d}{dt} \Sigma m (y v_z - z v_y) &= \Sigma (y Z - z Y) \\ \frac{d}{dt} \Sigma m (z v_x - x v_z) &= \Sigma (z X - x Z) \\ \frac{d}{dt} \Sigma m (x v_y - y v_x) &= \Sigma (x Y - y X). \end{aligned}$$

Es lassen sich nun $\Sigma m (y v_z - z v_y), \ldots, \Sigma m (x v_y - y v_x)$ als die Koordinaten K_x, K_y, K_z eines Punktes K, oder, wenn O den zum Anfangspunkt der Koordinaten gewählten Schwerpunkt des Körpers bezeichnet, als die Projektionen der Strecke OK auf die Koordinatenachsen auffassen; man hat also

$$(15)\qquad K_x = \Sigma m(y v_z - z v_y), \qquad K_y = \Sigma m(z v_x - x v_z), \qquad K_z = \Sigma m(x v_y - y v_x).$$

Die Strecke OK wird im Folgenden die Impulsachse des Körpers genannt werden. Es lassen sich aber auch die Ausdrücke auf der rechten Seite der Gleichungen (14) als Koordinaten eines Punktes G definieren; werden diese mit G_x, G_y, G_z bezeichnet, so ist

$$(16)\qquad G_x = \Sigma(yZ - zY), \qquad G_y = \Sigma(zX - xZ), \qquad G_z = \Sigma(xY - yX).$$

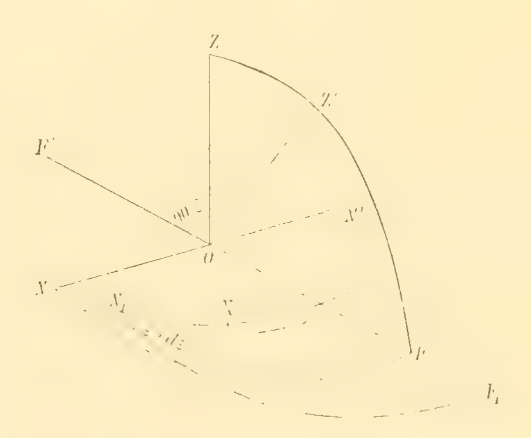
Die Strecke OG soll die Achse des resultierenden Kräftepaares der äußeren Kräfte in Bezug auf den Schwerpunkt O genannt werden. Die Gleichungen (14) nehmen jetzt die Gestalt an

$$(17)\qquad \frac{dK_x}{dt} = G_x, \quad \frac{dK_y}{dt} = G_y, \quad \frac{dK_z}{dt} = G_z.$$

Die drei letzten Gleichungen sagen aus: Wenn man für einen in Bewegung begriffenen festen Körper in jedem Augenblick die Impulsachse OK und die Achse OG des resultierenden Kräftepaares der äußeren Kräfte in Bezug auf den Schwerpunkt O bestimmt, so ist OG gleich und parallel der Geschwindigkeit des Punktes K.

3. Bei der Anwendung der vorigen Formeln auf die Erde machen wir die Annahme, daß letztere ein aus unendlich dünnen ellipsoidalen, homogenen Schichten gebildetes abgeplattetes Rotationsellipsoid sei. Der Mittelpunkt dieses Ellipsoids, welcher also mit dem Schwerpunkt der Erde gleichbedeutend ist, werde zum Anfangspunkt eines neuen Koordinatensystems X', Y', Z' gewählt, und zwar soll die Z'-Achse mit der kleinen Achse der Erde zusammenfallen. Um die Achsen X' und Y' zu definieren, setze man zunächst fest, daß die in Artikel 2 benutzte, durch den Schwerpunkt gelegte XY-Ebene die einer bestimmten, im übrigen aber beliebig zu wählenden Epoche $t = 0$ entsprechende Ebene der Ekliptik sei (NOX in Fig. 3), und daß die X-Achse durch das Frühlingsäquinox dieser Epoche hindurch gehe. Die zur Z'-Achse senkrechte Ebene NOF

Fig. 3.



das heißt die Ebene des terrestrischen Äquators zur Zeit t, schneide die feste Ekliptik NOX in der Linie NON' und werde selbst durch die Ebene ZOZ' in der Linie FOF' geschnitten; es stehen dann die Linien OZ', NON', FOF' senkrecht zu einander. Bedeutet nun N den niedersteigenden Knoten des terrestrischen Äquators auf der festen Ekliptik, und bezeichnet man mit F den im Sinne der Erdrotation um 90° von N entfernten Punkt des Äquators oder auch den Durchschnittspunkt des Äquators mit dem über Z' hinaus verlängerten Bogen ZZ', so soll zur Zeit t ON als X'- und OF als Y'-Achse gewählt werden. Die Länge des Punktes N, gezählt von X aus, werde ψ genannt; in Fig. 3 ist somit der Bogen $NX = 360° - \psi$. Der Winkel FNX oder die Neigung des terrestrischen Äquators gegen die feste Ekliptik möge mit ε' bezeichnet werden. In dem Zeitelemente dt rücke der Äquator von NF nach $N_1 F_1$, wobei $N_1 F_1 = NF = 90°$ sein soll; zur Zeit $t + dt$ ist dann ON_1 die X'- und OF_1 die Y'-Achse. Bezeichnet man die Länge von N_1

gezählt von X aus mit $\psi + d\psi$, so ist der Bogen $NN_1 = d\psi$; der Winkel $F_1 N_1 X$ werde gleich $\varepsilon' + d\varepsilon'$ gesetzt. Die der Zeit t entsprechenden Koordinatenachsen ON und OF lassen sich nun dadurch in ihre neuen Lagen ON_1 und OF_1 zur Zeit $t + dt$ überführen, daß man sie um die Achse OZ um den Winkel $d\psi$ und um die Achse ON' um den Winkel $d\varepsilon'$ dreht; sind $d\psi$ und $d\varepsilon'$ positiv, so erfolgt die Drehung um OZ und ON' in positivem Sinne, das heißt von Z beziehungsweise N' aus gesehen von rechts nach links. Man trage jetzt auf der Achse OZ eine der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\psi}{dt}$ proportionale Strecke ab; die Projektionen derselben auf die Achsen OF' und OZ' sind bezüglich gleich $\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$ und $\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'$. Nach Artikel 1 läßt sich somit die Drehung um OZ durch eine Drehung um OF' mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$, verbunden mit einer Drehung um OZ' mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'$ ersetzen. Da aber eine Drehung um OF', deren Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$ ist, dieselbe Bedeutung hat wie eine Drehung um OF mit der Winkelgeschwindigkeit $-\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$, und da eine analoge Bemerkung für die Drehung $d\varepsilon'$ um ON' zutrifft, so folgt, daß sich die Achsen X' und Y' dadurch aus ihrer Lage zur Zeit t in diejenige zur Zeit $t + dt$ überführen lassen, daß man dieselben 1) um die Achse ON mit der Winkelgeschwindigkeit $-\frac{d\varepsilon'}{dt}$, 2) um die Achse OF mit der Winkelgeschwindigkeit $-\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$, und 3) um die Achse OZ' mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'$ dreht. Sind nun die Achsen X' und Y' in ihrer Lage zur Zeit $t + dt$ angelangt, so ist dasselbe mit der Z'-Achse der Fall; damit aber auch jeder Meridian der Erde aus der Lage, die er zur Zeit t hat, in diejenige gelange, welche er zur Zeit $t + dt$ einnimmt, lasse man die Erde außerdem noch um die Z'-Achse eine Drehung mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\varphi}{dt}$ ausführen, wo φ den von $Z'N$ aus im Sinne der Erdrotation gezählten Winkel zwischen $Z'N$ und einem beliebigen Erdmeridian bedeutet. Es ist jedoch wesentlich zu bemerken, daß die Achsen X' und Y' an dieser Drehung nicht teilnehmen sollen. Zeigt nun OR,[1] nach der in Artikel 1 gegebenen Definition, nicht nur die Richtung der Rotationsachse der Erde, sondern auch die Winkelgeschwindigkeit und den Sinn der Rotation der Erde an, so ergibt sich aus dem Vorhergehenden, daß OR die Resultante aus folgenden drei auf die Richtungen ON, OF, OZ', das heißt also auf die Achsen X', Y', Z' in ihrer Lage zur Zeit t bezogenen Komponenten ist:

$$p = -\frac{d\varepsilon'}{dt}, \qquad q = -\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon', \qquad r = \frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon' + \frac{d\varphi}{dt}. \tag{18}$$

Den Gleichungen (5) zufolge sind aber die Geschwindigkeitskomponenten eines Punktes x', y', z' der Erde, bezogen auf die Achsen $X'\ Y'\ Z'$ in ihrer Lage zur Zeit t

$$v_{x'} = qz' - ry', \qquad v_{y'} = rx' - pz', \qquad v_{z'} = py' - qx'. \tag{5^a}$$

Führt man die Werte (5^a) in die den Gleichungen (15) entsprechenden Relationen

$$K_{x'} = \Sigma m\,(y' v_{z'} - z' v_{y'}), \qquad K_{y'} = \Sigma m\,(z' v_{x'} - x' v_{z'}) \qquad K_{z'} = \Sigma m\,(x' v_{y'} - y' v_{x'}) \tag{15^a}$$

ein, so erhält man die Projektionen der Impulsachse OK der Erde, bezogen auf die Achsen X', Y', Z' in ihrer Lage zur Zeit t. Da jedoch die Erde als ein aus homogenen Schichten gebildetes Rotationsellipsoid

[1] In Fig. 3 nicht gezeichnet.

aufgefaßt wird, dessen Drehungsachse die Z'-Achse sein soll, so entspricht jedem positiven Gliede der Summen $\Sigma m x' y'$, $\Sigma m y' z'$, $\Sigma m x' z'$ ein gleich großes negatives; diese Summen sind also gleich 0. Ferner folgt noch $\Sigma m y'^2 = \Sigma m x'^2$, und hieraus $\Sigma m (y'^2 + z'^2) = \Sigma m (x'^2 + z'^2)$. Somit erhält man durch die Substitution von (5^a) in (15^a), wenn noch

$$\Sigma m (y'^2 + z'^2) = \Sigma m (x'^2 + z'^2) = A, \qquad 2 \Sigma m x'^2 = C$$

gesetzt wird,

$$K_{x'} = A p, \qquad K_{y'} = A q, \qquad K_{z'} = C r,$$

wo p, q, r durch die Gleichungen (18) bestimmt sind.

Da nun Ap, Aq, Cr die Koordinaten des Punktes K in Bezug auf die beweglichen Achsen X', Y', Z' bedeuten, und A und C konstant sind, so werden die relativen Geschwindigkeitskomponenten von K bezogen auf die genannten Achsen

$$A \frac{dp}{dt}, \qquad A \frac{dq}{dt}, \qquad C \frac{dr}{dt}.$$

In den Gleichungen (17) beziehen sich die Komponenten der Geschwindigkeit von K auf Achsen von konstanter Richtung; diese Geschwindigkeit ist aber bekanntlich die Resultierende aus der relativen Geschwindigkeit des Punktes K, bezogen auf die beweglichen Achsen X', Y', Z', und der Geschwindigkeit g, welche der Punkt K haben würde, wenn er fest mit den beweglichen Achsen verbunden wäre. Unserer Annahme nach besteht die Bewegung dieser Achsen in einer Drehung, deren Komponenten, bezogen auf die Lage der Achsen X', Y', Z' zur Zeit t, bezüglich gleich $-\frac{d\varepsilon'}{dt}$, $-\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$, $\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'$ sind. Wenn also in den Gleichungen (5^a) an Stelle von p, q, r der Reihe nach die eben angegebenen Komponenten, und an Stelle von x', y', z' die Koordinaten Ap, Aq, Cr des Punktes K gesetzt werden, so erhält man für die Komponenten der Geschwindigkeit g

$$g_{x'} = -Cr \frac{d\psi}{dt} \sin\varepsilon' - A q \frac{d\psi}{dt} \cos\varepsilon'$$

$$g_{y'} = A p \frac{d\psi}{dt} \cos\varepsilon' + C r \frac{d\varepsilon'}{dt}$$

$$g_{z'} = -Aq \frac{d\varepsilon'}{dt} + Ap \frac{d\psi}{dt} \sin\varepsilon'.$$

Wie vorhin bemerkt wurde, stellen die Summen $g_{x'} + A\frac{dp}{dt}$, $g_{y'} + A\frac{dq}{dt}$, $g_{z'} + C\frac{dr}{dt}$ die in den Gleichungen (17) vorkommenden Geschwindigkeitskomponenten $\frac{dK_{x'}}{dt}$, $\frac{dK_{y'}}{dt}$, $\frac{dK_{z'}}{dt}$ dar, und zwar bezogen auf die Achsen X', Y', Z' in ihrer Lage zur Zeit t. Werden nun in den Ausdrücken für $g_{x'}$, $g_{y'}$, $g_{z'}$ sowie in $A\frac{dp}{dt}$ und $A\frac{dq}{dt}$ an Stelle von p und q ihre Werte aus (18) substituiert, r und $\frac{dr}{dt}$ aber beibehalten, und bezeichnet man die nach den Achsen X', Y', Z' in ihrer Lage zur Zeit t genommenen Projektionen der Achse OG des resultierenden Kräftepaares der äußeren Kräfte mit L, M, N, so folgt aus (17)

$$\text{(19)} \quad \begin{aligned} -Cr\sin\varepsilon' \frac{d\psi}{dt} - A\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right) + A\sin\varepsilon'\cos\varepsilon'\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 &= L \\ Cr\frac{d\varepsilon'}{dt} - A\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right) - A\cos\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\frac{d\varepsilon'}{dt} &= M \\ C\frac{dr}{dt} &= N. \end{aligned}$$

4. Den Gleichungen (16) gemäß ist, wenn X', Y', Z' die nach den Achsen X', Y', Z' genommenen Kraftkomponenten bedeuten,

$$L = G_{x'} = \Sigma (y' Z' - z' Y').$$

Dieser Ausdruck und die entsprechenden für M und N sollen jetzt weiter entwickelt werden, und zwar unter der Voraussetzung, daß unter den auf die Erde wirkenden Kräften die Anziehung der Sonne und des Mondes zu verstehen ist. Jeder dieser beiden Himmelskörper soll als aus homogenen konzentrischen Kugelschichten bestehend angesehen werden, so daß also die von Sonne und Mond auf ein Erdelement ausgeübte Anziehung dieselbe ist, als wenn ihre Massen in den bezüglichen Mittelpunkten vereinigt wären. Man betrachte zunächst nur einen anziehenden Körper mit der Masse M_1, und bezeichne mit x_1', y_1', z_1' die Koordinaten seines Mittelpunktes bezogen auf die beweglichen Achsen X', Y', Z'. Ist m die Masse eines Erdelementes mit den Koordinaten x', y', z', und setzt man

$$(x_1' - x')^2 + (y_1' - y')^2 + (z_1' - z')^2 = u^2,$$

so hat man für die nach den Achsen Y' und Z' in ihrer Lage zur Zeit t genommenen Komponenten der seitens M_1 auf m ausgeübten Anziehung (wenn noch k^2 die Gauß'sche Konstante bedeutet)

$$Y' = k^2 \frac{M_1 m}{u^3} (y_1' - y'), \qquad Z' = k^2 \frac{M_1 m}{u^3} (z_1' - z').$$

Diese Werte sind in

$$\begin{aligned} L &= \Sigma (y' Z' - z' Y') \\ &= y_1' \Sigma Z' - z_1' \Sigma Y' + \Sigma Y' (z_1' - z') - \Sigma Z' (y_1' - y') \end{aligned}$$

zu substituieren. Verfährt man in ähnlicher Weise mit M und N, und drückt dann X', Y', Z' durch die partiellen Differentialquotienten der Funktion

$$V = k^2 M_1 \Sigma \frac{m}{u} \tag{20}$$

aus, so folgt

$$\begin{aligned} L &= z_1' \frac{\partial V}{\partial y_1'} - y_1' \frac{\partial V}{\partial z_1'}, \\ M &= x_1' \frac{\partial V}{\partial z_1'} - z_1' \frac{\partial V}{\partial x_1'}, \\ N &= y_1' \frac{\partial V}{\partial x_1'} - x_1' \frac{\partial V}{\partial y_1'}. \end{aligned} \tag{21}$$

Um V zu berechnen, berücksichtige man, daß, wenn r_1' und r' die Entfernungen des Schwerpunktes der anziehenden Masse M_1 beziehungsweise eines Erdelementes vom Mittelpunkte der Erde bedeuten,

$$u^2 = r_1'^2 + r'^2 - 2 (x' x_1' + y' y_1' + z' z_1')$$

ist; man hat somit

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{r_1'} \left\{ 1 - \frac{2}{r_1'^2} (x' x_1' + y' y_1' + z' z_1') + \frac{r'^2}{r_1'^2} \right\}^{-\frac{1}{2}}.$$

Dieser Ausdruck ist nach dem binomischen Satze zu entwickeln und in (20) zu substituieren. In Artikel 3 wurde bereits gezeigt, daß wegen unserer Annahme über die Beschaffenheit der Erde und mit Rücksicht auf die Wahl der Koordinatenachsen die Summen $\Sigma m x' y'$, $\Sigma m x' z'$, $\Sigma m y' z'$ jede für sich verschwinden müssen. Dieselbe Schlußweise wie die damals angewandte führt zu dem Resultat, daß auch

jede der Summen $\Sigma m x'$, $\Sigma m y'$, $\Sigma m z'$, $\Sigma m\ (x' x_1' + y' y_1' + z' z_1')^3$, $\Sigma m r'^2 (x' x_1' + y' y_1' + z' z_1')$ gleich 0 ist. Setzt man also die Masse der Erde $\Sigma m = E$ und berücksichtigt die Gleichung $\Sigma m x'^2 = \Sigma m y'^2$, so erhält man unter Vernachlässigung der Glieder vierter Ordnung in Bezug auf die Koordinaten eines Erdelementes

$$V = k^2 M_1 \left\{ \frac{E}{r_1'} - \frac{\Sigma m r'^2}{2 r_1'^3} + \frac{3}{2 r_1'^5} [(x_1'^2 + y_1'^2) \Sigma m x'^2 + z_1'^2 \Sigma m z'^2] \right\}$$

$$= k^2 M_1 \left\{ \frac{E}{r_1'} - \frac{\Sigma m r'^2}{2 r_1'^3} + \frac{3}{2 r_1'^3} \left[\Sigma m x'^2 - \frac{z_1'^2}{r_1'^2} (\Sigma m x'^2 - \Sigma m z'^2) \right] \right\}.$$

Nun ist

$$\Sigma m r'^2 = 2 \Sigma m x'^2 + \Sigma m z'^2,$$

$$\Sigma m (x'^2 + z'^2) = A, \qquad 2 \Sigma m x'^2 = C.$$

Somit wird

$$V = k^2 M_1 \left\{ \frac{E}{r_1'} + \frac{(C-A)}{2 r_1'^3} \left(1 - 3 \frac{z_1'^2}{r_1'^2} \right) \right\}. \tag{22}$$

Da aber die Drehung der Achsen X', Y', Z' ohne Einfluß auf die Entfernungen r' und r_1' ist, so ergibt sich aus (21) und (22)

$$\begin{aligned} L &= 3 k^2 M_1 \left(\frac{C-A}{r_1'^3} \right) \frac{y_1' z_1'}{r_1'^2} \\ M &= -3 k^2 M_1 \left(\frac{C-A}{r_1'^3} \right) \frac{x_1' z_1'}{r_1'^2} \\ N &= 0. \end{aligned} \tag{23}$$

Da $N = 0$ ist, so folgt aus der dritten der Gleichungen (19), wenn mit n eine Konstante bezeichnet wird,

$$r = n; \tag{24}$$

somit lauten die beiden ersten Gleichungen (19)

$$\begin{aligned} \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= -\frac{L}{Cn} - \frac{A}{Cn} \frac{d}{dt} \left(\frac{d\varepsilon'}{dt} \right) + \frac{A}{Cn} \sin \varepsilon' \cos \varepsilon' \left(\frac{d\psi}{dt} \right)^2 \\ \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \frac{M}{Cn} + \frac{A}{Cn} \frac{d}{dt} \left(\sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) + \frac{A}{Cn} \cos \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} \frac{d\varepsilon'}{dt}. \end{aligned} \tag{25}$$

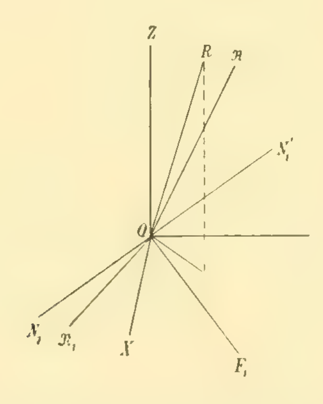
Die Gleichungen (23) geben die Werte von L und M für den Fall, daß die Erde nur von einem Körper angezogen wird. Indem nun die Bewegung der Erdachse mit Berücksichtigung der durch die Sonne und den Mond ausgeübten Anziehung abgeleitet werden soll, mögen die für diese Himmelskörper gültigen Werte von M_1, x_1', . . r_1' durch $M_\odot$, $x_\odot$, ... $r_\odot$ beziehungsweise M_c, x_c. . . r_c bezeichnet werden. Wenn ferner in Hinsicht auf die in den Sonnen- und Mondtafeln angewandten Einheiten von r_c beziehungsweise $r_\odot$ die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde H und die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne Δ eingeführt werden, so erhält man für die in den Gleichungen (25) zu benutzenden Ausdrücke von L und M

$$(25^a)\quad \begin{aligned} L &= 3\,k^2 M_{☾} \frac{C-A}{H^3}\left(\frac{H}{r_{☾}}\right)^3 \frac{y_{☾} z_{☾}}{r_{☾}^2} + 3\,k^2 M_{\odot} \frac{C-A}{\Delta^3}\left(\frac{\Delta}{r_{\odot}}\right)^3 \frac{y_{\odot} z_{\odot}}{r_{\odot}^2} \\ M &= -3\,k^2 M_{☾} \frac{C-A}{H^3}\left(\frac{H}{r_{☾}}\right)^3 \frac{x_{☾} z_{☾}}{r_{☾}^2} - 3\,k^2 M_{\odot} \frac{C-A}{\Delta^3}\left(\frac{\Delta}{r_{\odot}}\right)^3 \frac{x_{\odot} z_{\odot}}{r_{\odot}^2}. \end{aligned}$$

5. Aus den Beobachtungen hat sich ergeben, daß die Rotationsachse der Erde zwar sehr nahe, aber nicht völlig mit der kleinen Achse des Erdellipsoids zusammenfällt. Da die Gleichungen (25) die Differentialgleichungen der Bewegung der kleinen Achse des Erdellipsoids darstellen, die Beobachtungen sich jedoch auf die Rotationsachse beziehen, so müssen nun die der letzteren entsprechenden Differentialgleichungen abgeleitet werden. Es möge in Fig. 4 der Vektor $OR = \omega$ die Richtung der Rotationsachse der Erde zur Zeit t, die Winkelgeschwindigkeit und den Sinn der Rotation angeben; $OXYZ$ sei das durch den Schwerpunkt der Erde gelegte, sich selbst stets parallel bleibende Koordinatensystem, und zwar soll wie früher als XY-Ebene die Ebene der Ekliptik zur Zeit $t = 0$ gewählt werden und die X-Achse durch das der Epoche $t = 0$ entsprechende Frühlingsäquinox hindurchgehen.

Die senkrecht zu OR gelegte Ebene, welche der **instantane Äquator** genannt werden soll, schneide die XY-Ebene nach der Linie $N_1 O N_1'$ und werde durch die Ebene ZOR in OF_1 geschnitten; die Linien

Fig. 4.



ON_1', OF_1 und OR stellen somit drei zu einander senkrechte Achsen dar. Im Folgenden wird die von OX aus in der Richtung nach OY gerechnete Länge des niedersteigenden Knotens N_1 des instantanen Äquators auf der festen Ekliptik mit ψ_1 und der Winkel ZOR mit ε_1' bezeichnet werden. Zur Zeit $t + dt$ sei $O\mathfrak{R} = \omega + d\omega$ die Rotationsachse der Erde und $O\mathfrak{R}_1$ die Schnittlinie der zu $O\mathfrak{R}$ senkrechten Ebene mit der XY-Ebene; die von X aus gerechnete Länge von $\mathfrak{R}_1$ möge mit $\psi_1 + d\psi_1$ und der Winkel $ZO\mathfrak{R}$ mit $\varepsilon_1' + d\varepsilon_1'$ bezeichnet werden. Der Punkt R rückt also in dem Zeitelement dt von R nach $\mathfrak{R}$. Diese Ortsveränderung läßt sich dadurch bewirken, daß man den Punkt R 1) um die Z-Achse um den Winkel $d\psi_1$ 2) um die Achse ON_1' um den Winkel $d\varepsilon_1'$ dreht und 3) in der Richtung OR um $d\omega$ verschiebt. Da die Projektion von OR auf die xy-Ebene gleich $\omega \sin \varepsilon_1'$ ist, so beschreibt R bei der Drehung um die Z-Achse den Bogen $\omega \sin \varepsilon_1' d\psi_1$, und zwar ist die Richtung der Bewegung parallel zu ON_1'; bezogen auf die ON_1' entgegengesetzte Richtung ON_1 ist also die Geschwindigkeitskomponente von R gleich $-\omega \sin \varepsilon_1' \frac{d\psi_1}{dt}$. Bei der Drehung um die Achse ON_1' bewegt sich R parallel zu der Richtung OF_1 um den Bogen $\omega\, d\varepsilon_1'$; die Geschwindigkeitskomponente von R bezogen auf OF_1 ist also $\omega \frac{d\varepsilon_1'}{dt}$.

Die Gleichungen (18) geben die Koordinaten von R in Beziehung auf die in Artikel 3 näher definierten beweglichen Achsen X', Y', Z' in ihrer Lage zur Zeit t. Ersetzt man in diesen Gleichungen die Buchstaben p, q, r durch x', y', z', so folgt mit Rücksicht auf (24)

$$[illegible] = \frac{d\varepsilon'}{dt} \quad [illegible] \frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon', \quad [illegible]$$

[illegible] von R sind demnach

$$[illegible] \quad \frac{d}{dt}\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'.$$

Nach p. 395 (Zeilen 12 bis 16) besteht die Bewegung der Achsen X', Y', Z' in einer Drehung deren Komponenten, genommen nach eben diesen Achsen in ihrer Lage zur Zeit t, durch die Gleichungen [illegible]

$$(c) \qquad p = -\frac{d\varepsilon'}{dt}, \qquad q = -\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon', \qquad r = \frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'$$

Denkt man sich den Punkt R fest mit den beweglichen Achsen verbunden, so ergeben sich seine bei der Drehung dieser Achsen erlangten Geschwindigkeitskomponenten $\gamma_{x'}$, $\gamma_{y'}$, $\gamma_{z'}$, indem man in den Formeln [illegible] statt x, y, z die Werte [illegible] und statt p, q, r die Werte (c) substituiert; man erhält so

$$\gamma_{x'} = -\varrho\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon' + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 \sin\varepsilon'\cos\varepsilon'$$

$$(d) \qquad \gamma_{y'} = -\frac{d\varepsilon'}{dt}\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon' + \varrho\frac{d\varepsilon'}{dt}$$

$$\gamma_{z'} = 0$$

Die Summen der einander entsprechenden Gleichungen (b) und (d), nämlich

$$\gamma_{x'} - \frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right), \qquad \gamma_{y'} - \frac{d}{dt}\left(\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'\right), \qquad 0$$

geben nach einem schon früher benutzten Satze die Komponenten der Geschwindigkeit des Punktes R bezogen auf die Lage der Achsen X', Y' und Z' zur Zeit t an. Die Achsen X' und Y' fallen mit den in Fig. 3 mit ON und OF bezeichneten Richtungen zusammen; den Beobachtungen zufolge bilden aber diese Richtungen einen so kleinen Winkel mit den in Fig. 4 mit ON_1 und OF_1 bezeichneten, daß man die Komponenten $\gamma_{x'} - \frac{d}{dt}\frac{d\varepsilon'}{dt}$, $\gamma_{y'} - \frac{d}{dt}\frac{d\psi}{dt}\sin\varepsilon'$ auch als auf ON_1 und OF_1 bezogen annehmen kann. Da nun früher (p. 11) für die Geschwindigkeitskomponenten von R in Bezug auf ON_1 und OF_1 die Werte $-\omega\sin\varepsilon_1'\frac{d\psi_1}{dt}$ und $\omega\frac{d\varepsilon_1'}{dt}$ gefunden wurden, so erhält man durch Gleichstellung der einander entsprechenden Ausdrücke

$$-\omega\sin\varepsilon_1'\frac{d\psi_1}{dt} = -\varrho\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt} + \sin\varepsilon'\cos\varepsilon'\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 - \frac{d}{dt}\frac{d\varepsilon'}{dt},$$

$$\omega\frac{d\varepsilon_1'}{dt} = \varrho\frac{d\varepsilon'}{dt} - \cos\varepsilon'\frac{d\varepsilon'}{dt}\frac{d\psi}{dt} - \frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right).$$

Den Gleichungen (18) und (24) zufolge ist

$$\omega = \Re = \sqrt{\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)^2 + \sin^2\varepsilon'\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 - \varrho^2}.$$

da aber $\frac{d\varepsilon'}{dt}$ und $\sin\varepsilon' \frac{d\psi}{dt}$ sehr klein [illegible] sind, so kann man [illegible] der [illegible] Produkten [illegible]

setzen. Substituiert man ferner noch an Stelle von $\sin\varepsilon' \frac{d\psi}{dt}$ und $\frac{d\varepsilon'}{dt}$ ihre Werte aus (25), so folgt

$$
(26)\qquad
\begin{aligned}
\sin\varepsilon_1 \frac{d\psi_1}{dt} &= -\frac{L}{Cn} + \frac{C-A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right) - \frac{C-A}{Cn}\sin\varepsilon'\cos\varepsilon'\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 \\
\frac{d\varepsilon_1'}{dt} &= \frac{M}{Cn} - \frac{C-A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right) - \frac{C-A}{Cn}\cos\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\frac{d\varepsilon'}{dt}
\end{aligned}
$$

Die für die Rotationsachse gültigen Gleichungen (26) unterscheiden sich wesentlich von den der kleinen Achse des Erdellipsoids entsprechenden Gleichungen (25): während nämlich in (25) die Glieder zweiter Ordnung $\frac{A}{Cn}$ als Faktor enthalten, ist dieser in (26) nur mehr $\frac{C-A}{Cn}$. Da aber $\frac{C-A}{C}$ sehr klein ist, so kann man in den Gleichungen (26) die Glieder zweiter Ordnung zunächst vernachlässigen und erhält dann

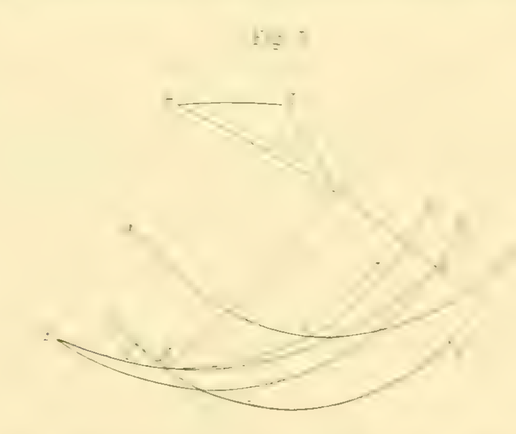
$$
(26^a)\qquad
\begin{aligned}
\frac{d\psi_1}{dt} &= -\frac{L}{Cn\sin\varepsilon_1} \\
\frac{d\varepsilon'_1}{dt} &= \frac{M}{Cn}
\end{aligned}
$$

Führt man in diese Gleichungen die in [illegible] gegebenen Ausdrücke für L und M ein, und setzt zur Vereinfachung ψ und ε' an Stelle von ψ_1 und ε'_1, so ergibt sich

$$
(27)\qquad
\begin{aligned}
\frac{d\psi}{dt} &= \frac{3k^2M_1}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\left(\frac{H}{r_1}\right)^3\frac{y_1z_1}{r_1^2\sin\varepsilon'} + \frac{3k^2M_2}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\left(\frac{\Delta}{r_2}\right)^3\frac{y_2z_2}{r_2^2\sin\varepsilon'} \\
\frac{d\varepsilon'}{dt} &= -\frac{3k^2M_1}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\left(\frac{H}{r_1}\right)^3\frac{x_1z_1}{r_1^2} - \frac{3k^2M_2}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\left(\frac{\Delta}{r_2}\right)^3\frac{x_2z_2}{r_2^2}
\end{aligned}
$$

Die Ausdrücke für die Koordinaten der Sonne und des Mondes müssen den Theorien dieser beiden Himmelskörper oder den bezüglichen Tafeln entnommen werden; da aber die vorderhand zur Anwendung kom-

Fig. 1.



menden Theorien direkt nur die Polarkoordinaten von Sonne und Mond geben, so erscheint es angezeigt die Gleichungen (27) dementsprechend umzuformen. Es sei EE_0 die feste, EE_1 die bewegliche Ekliptik, AA_0 der feste, AA_1 der bewegliche Äquator; der Pol der beweglichen Ekliptik werde mit Π_1, der Pol des beweglichen Äquators mit Z' bezeichnet; endlich möge S den Ort des Mondes und $\Pi_1 SB_1$ den Breiten-

kreis von S bezogen auf die bewegliche Ekliptik vorstellen. Setzt man die Länge des Mondes $\Upsilon_1 B_1 = l_c$ und seine Breite $B_1 S = b_c$, setzt man ferner die Schiefe der Ekliptik zur Zeit t oder den Winkel $E_1 \Upsilon_1 A = \varepsilon$, so ist in dem Dreieck $\Pi_1 Z' S$ der Winkel $S\, \Pi_1 Z' = 90° - l_c$ und der Bogen $\Pi_1 Z' = \varepsilon$, folglich

$$\cos SZ' = \frac{z_c}{r_c} = \sin b_c \cos \varepsilon + \cos b_c \sin l_c \sin \varepsilon. \tag{28}$$

Ferner ergibt sich aus dem Dreiecke SNB_1, wenn man berücksichtigt, daß die X'-Achse durch N gehen soll,

$$\cos SN = \frac{x_c}{r_c} = \cos b_c \cos NB_1 + \sin b_c \sin NB_1 \sin NB_1 \Upsilon_1.$$

Wenn der Bogen $N\Upsilon_1$ mit a bezeichnet wird, so läßt sich die letzte Gleichung ersetzen durch

$$\cos SN = \frac{x_c}{r_c} = \cos b_c [\cos l_c \cos a - \sin l_c \sin a \cos \varepsilon] + \sin b_c \sin a \sin \varepsilon. \tag{29}$$

Endlich folgt aus dem Dreieck $SB_1 Y'$

$$\cos SY' = \frac{y_c}{r_c} = \cos b_c \cos B_1 Y' - \sin b_c \sin B_1 Y' \sin \Upsilon_1 B_1 Y',$$

oder, wenn das Dreieck $B_1 \Upsilon_1 Y'$ zu Hülfe genommen wird, worin $\Upsilon_1 Y' = 90° - a$ ist,

$$\cos SY' = \frac{y_c}{r_c} = \cos b_c [\cos l_c \sin a + \sin l_c \cos a \cos \varepsilon] - \sin b_c \cos a \sin \varepsilon. \tag{30}$$

Aus den Gleichungen (28) und (30) ergibt sich

$$\frac{y_c z_c}{r_c^2} = \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \sin a \sin \varepsilon + \cos l_c \sin b_c \cos b_c \sin a \cos \varepsilon +$$
$$+ \frac{1}{2} (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c) \cos a \sin 2\varepsilon + \sin l_c \sin b_c \cos b_c \cos a \cos 2\varepsilon.$$

Da die Gleichung (29) aus (30) entsteht, wenn man in letzterer a durch $90° + a$ ersetzt, so führt dieselbe Substitution, auf die vorige Gleichung angewandt, ohneweiters zu dem Ausdruck für $\frac{x_c z_c}{r_c^2}$. Man erhält demnach für die in den Gleichungen (27) vorkommenden Quotienten $\frac{y_c z_c}{r_c^2 \sin \varepsilon'}$ und $\frac{x_c z_c}{r_c^2}$

$$\frac{y_c z_c}{r_c^2 \sin \varepsilon'} = \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} + \cos l_c \sin b_c \cos b_c \frac{\sin a \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon'} + \tag{31}$$
$$+ \frac{1}{2} (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c) \frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} + \sin l_c \sin b_c \cos b_c \frac{\cos a \cos 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'}.$$

$$\frac{x_c z_c}{r_c^2} = \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \cos a \sin \varepsilon + \cos l_c \sin b_c \cos b_c \cos a \cos \varepsilon - \tag{32}$$
$$- \frac{1}{2} (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c) \sin a \sin 2\varepsilon - \sin l_c \sin b_c \cos b_c \sin a \cos 2\varepsilon.$$

Aus den Gleichungen (31) und (32) leitet man durch Vertauschung des Index c mit $\odot$ die entsprechenden für die Sonne gültigen Gleichungen ab; da aber für die vorliegende Untersuchung die Breite der Sonne gleich 0 gesetzt werden darf, so ergibt sich

$$\frac{y_\odot z_\odot}{r_\odot^2 \sin\varepsilon'} = \frac{1}{2}\sin 2 l_\odot \frac{\sin a \sin\varepsilon}{\sin\varepsilon'} + \frac{1}{2}\sin^2 l_\odot \frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin\varepsilon'} \tag{31^a}$$

$$\frac{x_\odot z_\odot}{r_\odot^2} = \frac{1}{2}\sin 2 l_\odot \cos a \sin\varepsilon - \frac{1}{2}\sin^2 l_\odot \sin a \sin 2\varepsilon. \tag{32^a}$$

Durch Substitution der Ausdrücke (31) bis (32^a) in die Gleichungen (27) erhält man

$$\begin{aligned}\frac{d\psi}{dt} = \frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\Bigg[&\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \frac{\sin a \sin\varepsilon}{\sin\varepsilon'} + \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos l_c \sin b_c \cos b_c \frac{\sin a \cos\varepsilon}{\sin\varepsilon'} + \\ &+ \frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c)\frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin\varepsilon'} + \\ &+ \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \sin b_c \cos b_c \frac{\cos a \cos 2\varepsilon}{\sin\varepsilon'}\Bigg] + \\ + \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\Bigg[&\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2 l_\odot \frac{\sin a \sin\varepsilon}{\sin\varepsilon'} + \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot \frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin\varepsilon'}\Bigg]\end{aligned} \tag{33^1}$$

$$\begin{aligned}\frac{d\varepsilon'}{dt} = -\frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\Bigg[&\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \cos a \sin\varepsilon + \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos l_c \sin b_c \cos b_c \cos a \cos\varepsilon - \\ &\frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c) \sin a \sin 2\varepsilon - \\ &-\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \sin b_c \cos b_c \sin a \cos 2\varepsilon\Bigg] - \\ - \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\Bigg[&\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2 l_\odot \cos a \sin\varepsilon - \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot \sin a \sin 2\varepsilon\Bigg].\end{aligned} \tag{33^2}$$

6. Um die Differentialgleichungen (33) integrieren zu können, muß man die Koeffizienten von $\frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}$ und $\frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}$ als Funktionen der Zeit darstellen. Es soll zunächst die Entwickelung der Faktoren $\frac{\sin a \sin\varepsilon}{\sin\varepsilon'}$, ..., $\sin a \sin 2\varepsilon$ gegeben werden; zu diesem Zweck ist aber die Berechnung von a und ε erforderlich. Es bedeute Π die Länge des aufsteigenden Knotens der beweglichen Ekliptik EE (Fig. 5) auf der festen, vom festen Äquinox ♈ aus in der Richtung ♈E_0 gerechnet; der Winkel $E_0 E E_1$ werde mit π bezeichnet. Unter ψ soll die von ♈ aus gerechnete und in der Richtung nach N hin negativ gezählte Länge des niedersteigenden Knotens des beweglichen Äquators auf der festen Ekliptik verstanden werden; in Fig. 5 ist also ψ negativ und somit der Bogen N♈ absolut genommen gleich $-\psi$. Da der Bogen E♈ nach dem vorhin Gesagten gleich $180° - \Pi$ ist, so ist der Bogen $EN = 180° - \Pi + \psi$; ferner hat man $EN♈_1 = 180° - \varepsilon'$, $N♈_1 E = \varepsilon$, $N♈_1 = a$. Setzt man noch $E♈_1 = b$, so gibt das Dreieck $NE♈_1$

$$\begin{aligned}\operatorname{tang}\frac{1}{2}(b+a) &= \frac{\sin\frac{1}{2}(\varepsilon'+\pi)}{\sin\frac{1}{2}(\varepsilon'-\pi)}\operatorname{tang}\frac{1}{2}(180-\Pi+\psi) \\ \operatorname{tang}\frac{1}{2}(b-a) &= \frac{\cos\frac{1}{2}(\varepsilon'+\pi)}{\cos\frac{1}{2}(\varepsilon'-\pi)}\operatorname{tang}\frac{1}{2}(180-\Pi+\psi)\end{aligned} \tag{34}$$

Auf die erste dieser Gleichungen wende man die bekannte Reihenentwicklung an, wonach, wenn

$$\operatorname{tang} \varphi_1 = \frac{h}{\iota} \operatorname{tang} \varphi$$

gegeben ist und

$$\frac{h-\iota}{h+\iota} = p$$

gesetzt wird,

$$\varphi_1 = \varphi + p \sin 2\varphi + \frac{1}{2} p^2 \sin 4\varphi + \ldots$$

ist; man erhält dann

$$\text{(35)} \qquad \frac{1}{2}(b+a) = \frac{1}{2}(180 - \Pi + \psi) + \operatorname{tang}\frac{1}{2}\pi \operatorname{cotg}\frac{1}{2}\varepsilon' \sin(\Pi - \psi) - \frac{1}{2}\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\pi \operatorname{cotg}^2\frac{1}{2}\varepsilon' \sin 2(\Pi - \psi) + \ldots .$$

Wie die Vergleichung der beiden Gleichungen (34) miteinander lehrt, erhält man aus der Reihe für $\frac{1}{2}(b+a)$ diejenige für $\frac{1}{2}(b-a)$, wenn man in der ersteren ε' durch $180° + \varepsilon'$ ersetzt; es wird also

$$\text{(36)} \qquad \frac{1}{2}(b-a) = \frac{1}{2}(180 - \Pi + \psi) - \operatorname{tang}\frac{1}{2}\pi \operatorname{tang}\frac{1}{2}\varepsilon' \sin(\Pi - \psi) - \frac{1}{2}\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\pi \operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\varepsilon' \sin 2(\Pi - \psi) - \ldots .$$

Die Änderungen, welche die Lage der Erdbahn infolge der durch die Planeten bewirkten Störungen erleidet, sind teils säkuläre, teils periodische; für die gegenwärtige Untersuchung genügt es aber, nur die säkulären Glieder zu berücksichtigen und demnach zu setzen

$$\text{(37)} \qquad \begin{aligned} \pi \sin \Pi &= p_1 t + p_2 t^2 + p_3 t^3 + \ldots . \\ \pi \cos \Pi &= q_1 t + q_2 t^2 + q_3 t^3 + \ldots . \end{aligned}$$

Wird die Zeit vom Beginn des Jahres 1850 an gezählt und als Einheit von t ein julianisches Jahrhundert = 36525 mittlere Sonnentage gewählt, so ist nach Newcomb

$$\text{(37}^a\text{)} \qquad \begin{aligned} p_1 &= + 5''.341, & p_2 &= + 0''.1935, & p_3 &= - 0''.00019 \\ q_1 &= - 46.838, & q_2 &= + 0.0563, & q_3 &= + 0.00035. \end{aligned}$$

Die Formeln, zu welchen die Theorie der Drehung der Erde führt, sollen im Folgenden nur mit einer Genauigkeit gegeben werden, wie sie für den Zeitraum von 1750 bis 1950 ausreichend ist. Da vorhin 1850.0 als Ausgangspunkt der Zeitrechnung gewählt wurde, so wird t höchstens gleich ± 1 und demnach ergibt sich aus (37) und (37^a), daß der Maximalwert von π gleich $47''$ ist. Den Beobachtungen zufolge weicht ε' im Laufe von 200 Jahren stets um weniger wie $10''$ von seinem mittleren Werte ab; setzt man

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon,$$

wo $\varepsilon_0 = 23°\ 27'\ 31''.68$ (Newcomb) den für 1850.0 gültigen Wert von ε' bedeutet und nach der zweiten Gleichung (26^a)

$$\Delta\varepsilon = \frac{1}{Cn}\int_0^t M\,dt$$

ist, so kann man in (35) und (36)

$$\operatorname{cotg}\frac{1}{2}\varepsilon' = \operatorname{cotg}\frac{1}{2}\varepsilon_0 - \frac{\Delta\varepsilon}{2\sin^2\frac{1}{2}\varepsilon_0}$$

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}\varepsilon' = \operatorname{tang}\frac{1}{2}\varepsilon_0 + \frac{\Delta\varepsilon}{2\cos^2\frac{1}{2}\varepsilon_0}$$

annehmen. Aus den beiden letzten Gleichungen folgt

$$\operatorname{cotg}\frac{1}{2}\varepsilon' + \operatorname{tang}\frac{1}{2}\varepsilon' = \frac{2}{\sin\varepsilon_0} - 2\frac{\Delta\varepsilon\operatorname{cotg}\varepsilon_0}{\sin\varepsilon_0}$$

$$\operatorname{cotg}\frac{1}{2}\varepsilon' - \operatorname{tang}\frac{1}{2}\varepsilon' = 2\operatorname{cotg}\varepsilon_0 - 2\frac{\Delta\varepsilon}{\sin^2\varepsilon_0}.$$

Für $\pi = 47''$ und $\varepsilon_0 = 23°\ 27'$ wird der Koeffizient von $\sin 2\,(\Pi - \psi)$ in (35) gleich $0''03$ und in (36) verschwindend klein. Im dritten Gliede auf der rechten Seite von (35) kann demnach $\varepsilon' = \varepsilon_0$ gesetzt werden, und das entsprechende Glied in (36) ist ganz zu vernachlässigen. Endlich läßt sich $\operatorname{tang}\frac{1}{2}\pi$ mit $\frac{1}{2}\pi$ vertauschen. Somit erhält man aus (35) und (36)

$$a = \frac{\pi\sin(\Pi - \psi)}{\sin\varepsilon_0} - \frac{\pi\,\Delta\varepsilon\sin(\Pi - \psi)\cos\varepsilon_0}{\sin^2\varepsilon_0} - \frac{1}{8}\pi^2\sin 2\,(\Pi - \psi)\operatorname{cotg}^2\frac{1}{2}\varepsilon_0,$$

$$b = 180° - \Pi + \psi +$$

$$+ \pi\sin(\Pi - \psi)\operatorname{cotg}\varepsilon_0 - \frac{\pi\,\Delta\varepsilon\sin(\Pi - \psi)}{\sin^2\varepsilon_0} - \frac{1}{8}\pi^2\sin 2\,(\Pi - \psi)\operatorname{cotg}^2\frac{1}{2}\varepsilon_0.$$

Die Beobachtungen ergeben, daß $-\psi$ für ein Jahrhundert nicht größer als $1°\ 24'$ wird. Man setze nun auf der rechten Seite der zwei letzten Gleichungen in den Gliedern erster Ordnung

$$\pi\sin(\Pi - \psi) = \pi\sin\Pi\,(1 - \frac{1}{2}\psi^2) - \psi\pi\cos\Pi,$$

oder mit Benutzung der Gleichungen (37)

$$\pi\sin(\Pi - \psi) = p_1 t + p_2 t^2 - \psi q_1 t - \frac{1}{2}\psi^2 p_1 t - \psi q_2 t^2,$$

ferner setze man in den mit $\pi\Delta\varepsilon$ und π^2 multiplizierten Gliedern

$$\pi\sin(\Pi - \psi) = p_1 t$$
$$\pi^2\sin 2\,(\Pi - \psi) = 2 p_1 q_1 t^2 - 2\psi q_1^2 t^2.$$

Wenn man jetzt zur Abkürzung schreibt

$$a_1 = \frac{p_1}{\sin\varepsilon_0}t$$

$$(38)\qquad a_2 = \left(\frac{p_2}{\sin\varepsilon_0} - \frac{1}{4}p_1 q_1\operatorname{cotg}^2\frac{1}{2}\varepsilon_0\right)t^2 - \frac{\psi q_1}{\sin\varepsilon_0}t - \frac{p_1\,\Delta\varepsilon\operatorname{cotg}\varepsilon_0}{\sin\varepsilon_0}t$$

$$a_3 = \left(\frac{1}{4}q_1^2\operatorname{cotg}^2\frac{1}{2}\varepsilon_0 - \frac{q_2}{\sin\varepsilon_0}\right)\psi t^2 - \frac{p_1}{2\sin\varepsilon_0}\psi^2 t$$

$$
\begin{aligned}
b_0 &= 180° - \Pi + \psi \\
b_1 &= p_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0 \\
b_2 &= \left(p_2 \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - \frac{1}{4} p_1 q_1 \operatorname{cotg}^2 \frac{1}{2} \varepsilon_0\right) t^2 - \psi q_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - \frac{p_1 \Delta \varepsilon}{\sin^2 \varepsilon_0} t, \\
b_3 &= \left(\frac{1}{4} q_1^2 \operatorname{cotg}^2 \frac{1}{2} \varepsilon_0 - q_2 \operatorname{cotg} \varepsilon_0\right) \psi t^2 - \frac{1}{2} p_1 \psi^2 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0
\end{aligned}
\tag{39}
$$

wobei die Indices die Ordnung der Glieder angeben sollen, so wird

$$
\begin{aligned}
a &= a_1 + a_2 + a_3 \\
b &= b_0 + b_1 + b_2 + b_3.
\end{aligned}
\tag{40}
$$

Unter der vorhin gemachten Voraussetzung, daß $+1 \gtreqless t \gtreqless -1$ sein soll, wird a_1 höchstens gleich 13ʺ4, b_1 höchstens gleich 12ʺ3, während a_2 und b_2 im Maximum nur Bruchteile einer Sekunde betragen. Die sehr kleinen Glieder a_3 und b_3 sind mit Rücksicht auf einige am Schlusse dieser Arbeit abzuleitende Formeln mitgeteilt worden; für die zunächst folgenden Rechnungen können sie vernachlässigt werden.

Man setze nun $b_1 + b_2 = \beta$, so daß nach (40) und (39) $b = 180° - \Pi + \psi + \beta$ wird; es folgt dann aus dem Dreieck $EN\Upsilon_1$ (Fig. 5)

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2} (\varepsilon - \varepsilon') = \frac{\cos (\Pi - \psi - \frac{1}{2} \beta)}{\cos \frac{1}{2} \beta} \operatorname{tang} \frac{1}{2} \pi$$

und hieraus mit hinreichender Genauigkeit

$$2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} (\varepsilon - \varepsilon') = \pi \cos (\Pi - \psi)$$

Setzt man jetzt

$$\cos \psi = 1 - \frac{1}{2} \psi^2, \quad \sin \psi = \psi,$$

so ergibt sich mit Rücksicht auf (37)

$$\varepsilon = \varepsilon' + q_1 t + q_2 t^2 + p_1 t \psi + p_2 t^2 \psi - \frac{1}{2} q_1 t \psi^2 \tag{41}$$

Diese Gleichung wird noch in einer anderen Form angewandt werden. Wenn man nämlich wie oben

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + \Delta \varepsilon$$

setzt und die Abkürzungen einführt

$$
\begin{aligned}
\Delta \varepsilon + q_1 t &= E_1 \\
q_2 t^2 + p_1 \psi t &= E_2 \\
p_2 t^2 \psi - \frac{1}{2} q_1 t \psi^2 &= E_3,
\end{aligned}
$$

so verwandelt sich die Gleichung (41) in

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + E_1 + E_2 + E_3. \tag{42}$$

Für $t = 1$ ist $E_1 < 57''$ und $E_2 < 0''2$. Das sehr kleine Glied E_3 kann man vernachlässigen; wenn es trotzdem angeführt ist, so geschieht dies aus demselben Grunde, der für die Mitteilung der in (38) und (39) gegebenen Werte von a_3 und b_3 bestimmend war.

Nachdem im vorhergehenden die Ausdrücke für a und ε abgeleitet worden sind, lassen sich die in den Gleichungen (33) auftretenden Faktoren $\frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'}, \ldots, \sin a \cos 2\varepsilon$ leicht entwickeln.

Mit Rücksicht auf die angegebenen Maximalwerte von a_1, a_2, E_1, E_2 setze man

$$\sin a = a_1 + a_2\,, \qquad \cos a = 1\,, \qquad \sin(E_1 + E_2) = E_1 + E_2\,, \qquad \cos(E_1 + E_2) = 1 - \frac{1}{2} E_1^2.$$

Sieht man auch weiterhin von allen Gliedern dritter und höherer Ordnung ab, so ergibt sich zunächst unter Benutzung der Gleichung (41)

$$\frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = (a_1 + a_2) + a_1 q_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon'$$

$$\frac{\sin a \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = (a_1 + a_2) \operatorname{cotg} \varepsilon' - a_1 q_1 t$$

Da aber

$$\operatorname{cotg} \varepsilon' = \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - \frac{\Delta \varepsilon}{\sin^2 \varepsilon_0}$$

gesetzt werden kann, so wird mit Beschränkung auf Glieder zweiter Ordnung

$$(43) \qquad \begin{aligned} \frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= (a_1 + a_2) + a_1 q_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0 \\ \frac{\sin a \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= (a_1 + a_2) \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - \frac{a_1 \Delta \varepsilon}{\sin^2 \varepsilon_0} - a_1 q_1 t \end{aligned}$$

Ferner hat man unter Anwendung der Gleichung (42)

$$\cos a \sin 2\varepsilon = \sin 2\varepsilon = (1 - 2E_1^2) \sin 2\varepsilon_0 + 2(E_1 + E_2) \cos 2\varepsilon_0$$

$$\cos a \cos 2\varepsilon = \cos 2\varepsilon = (1 - 2E_1^2) \cos 2\varepsilon_0 - 2(E_1 + E_2) \sin 2\varepsilon_0.$$

Wird nun

$$\frac{1}{\sin \varepsilon'} = \frac{1}{\sin \varepsilon_0}\left(1 - \Delta \varepsilon \operatorname{cotg} \varepsilon_0 + \frac{1 + \cos^2 \varepsilon_0}{2 \sin^2 \varepsilon_0} \Delta \varepsilon^2\right)$$

gesetzt, so folgt

$$(44) \qquad \begin{aligned} \frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= \frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}\left(1 - \Delta \varepsilon \operatorname{cotg} \varepsilon_0 + \frac{1 + \cos^2 \varepsilon_0}{2 \sin^2 \varepsilon_0} \Delta \varepsilon^2 - 2E_1^2\right) + \\ &\quad + \frac{2 \cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}(E_1 + E_2 - E_1 \Delta \varepsilon \operatorname{cotg} \varepsilon_0) \\ \frac{\cos a \cos 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= \frac{\cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}\left(1 - \Delta \varepsilon \operatorname{cotg} \varepsilon_0 + \frac{1 + \cos^2 \varepsilon_0}{2 \sin^2 \varepsilon_0} \Delta \varepsilon^2 - 2E_1^2\right) - \\ &\quad - \frac{2 \sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}(E_1 + E_2 - E_1 \Delta \varepsilon \operatorname{cotg} \varepsilon_0). \end{aligned}$$

Endlich erhält man mit Hilfe der Gleichung (42)

$$(45) \qquad \begin{aligned} \cos a \sin \varepsilon &= \left(1 - \frac{1}{2} E_1^2\right) \sin \varepsilon_0 + (E_1 + E_2) \cos \varepsilon_0 \\ \cos a \cos \varepsilon &= \left(1 - \frac{1}{2} E_1^2\right) \cos \varepsilon_0 - (E_1 + E_2) \sin \varepsilon_0 \end{aligned}$$

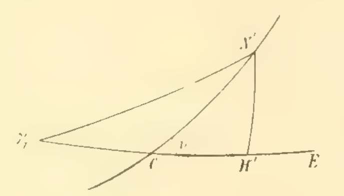
und

$$(46) \qquad \begin{aligned} \sin a \sin 2\varepsilon &= (a_1 + a_2) \sin 2\varepsilon_0 + 2 a_1 E_1 \cos 2\varepsilon_0 \\ \sin a \cos 2\varepsilon &= (a_1 + a_2) \cos 2\varepsilon_0 - 2 a_1 E_1 \sin 2\varepsilon_0. \end{aligned}$$

7. Es sind nun auch die in den Gleichungen (33) enthaltenen, von den Polarkoordinaten des Mondes und der Sonne abhängigen Faktoren $\left(\frac{H}{r_{\mathbb{C}}}\right)^3 \sin l_{\mathbb{C}} \cos l_{\mathbb{C}} \cos^2 b_{\mathbb{C}}$, $\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_{\odot}}\right)^3 \sin 2 l_{\odot}, \ldots$ als Funktionen der

Zeit darzustellen. Zuvor aber soll an Stelle der Länge und Breite des Mondes seine Länge in der Bahn und die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik eingeführt werden. Zur Zeit t sei $\Upsilon_1 E$ (Fig. 6) die Ebene der Ekliptik, Υ_1 das Frühlingsäquinox und CN' die Mondbahn; die Länge des aufsteigenden Knotens der Mond-

Fig. 6.



bahn auf der Ekliptik, also der Bogen $\Upsilon_1 C$, möge mit Ω und die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik, oder der Winkel $N'CH'$, mit i bezeichnet werden; ferner stelle $N'H'$ den Breitenkreis des Mondes dar. Es ist somit $b_c = N'H'$ und $l_c = \Omega + CH'$. Legt man durch Υ_1 und N' einen Bogen größten Kreises und bestimmt $\cos \Upsilon_1 N'$ und $\sin \Upsilon_1 N' \cos N'\Upsilon_1 H'$ sowohl aus dem Dreieck $\Upsilon_1 H'N'$ als aus dem Dreieck $\Upsilon_1 CN'$, so ergibt sich durch Gleichstellung der einander entsprechenden Ausdrücke, wenn noch der Bogen $CN' = w$ gesetzt wird,

$$\cos l_c \cos b_c = \cos w \cos \Omega - \sin w \sin \Omega \cos i$$

$$\sin l_c \cos b_c = \cos w \sin \Omega + \sin w \cos \Omega \cos i.$$

Durch eine kleine Umformung erhält man hieraus die zwei ersten der folgenden Gleichungen; die dritte Gleichung ergibt sich aus dem Dreiecke $CN'H'$

$$\cos l_c \cos b_c = \cos (w + \Omega) \cos^2 \frac{1}{2} i + \cos (w - \Omega) \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$\sin l_c \cos b_c = \sin (w + \Omega) \cos^2 \frac{1}{2} i - \sin (w - \Omega) \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$\sin b_c = \sin w \sin i.$$

Die Neigung i schwankt zwischen 5° 0′ und 5° 18′; vernachlässigt man $\sin^4 \frac{1}{2} i$, so erhält man aus den drei letzten Gleichungen

$$\sin l_c \cos l_c \cos^2 b = \sin (w + \Omega) \cos (w + \Omega) \cos^4 \frac{1}{2} i + \sin 2 \Omega \sin^2 \frac{1}{2} i \cos^2 \frac{1}{2} i$$

$$\cos l_c \sin b_c \cos b_c = \cos (w + \Omega) \sin w \cos^2 \frac{1}{2} i \sin i + \cos (w - \Omega) \sin w \sin^2 \frac{1}{2} i \sin i$$

$$\sin^2 l_c \cos^2 b_c = \sin^2 (w + \Omega) \cos^4 \frac{1}{2} i - 2 \sin (w + \Omega) \sin (w - \Omega) \sin^2 \frac{1}{2} i \cos^2 \frac{1}{2} i$$

$$\sin^2 b_c = \sin^2 w \sin^2 i$$

$$\sin l_c \sin b_c \cos b_c = \sin (w + \Omega) \sin w \cos^2 \frac{1}{2} i \sin i - \sin (w - \Omega) \sin w \sin^2 \frac{1}{2} i \sin i.$$

Hier lassen sich die Formeln anwenden

$$\sin x \cos y = \frac{1}{2} \sin (x + y) + \frac{1}{2} \sin (x - y)$$

$$\sin x \sin y = \frac{1}{2} \cos (x - y) - \frac{1}{2} \cos (x + y),$$

und es ergibt sich, wenn man die Glieder $\frac{1}{2} \sin^2 \frac{1}{2} i \sin i \sin (2w - \Omega)$ und $\frac{1}{2} \sin^2 \frac{1}{2} i \sin i \cos (2w - \Omega)$ vernachlässigt und auf beiden Seiten mit $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3$, beziehungsweise $\frac{1}{2} \left(\frac{H}{r_c}\right)^3$ multipliziert,

$$\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c = \frac{1}{2} \cos^4 \frac{1}{2} i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w + 2\Omega) + \frac{1}{4} \sin^2 i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin 2\Omega$$

$$\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos l_c \sin b_c \cos b_c = \frac{1}{2} \cos^2 \frac{1}{2} i \sin i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w + \Omega) - \frac{1}{4} \sin 2i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin \Omega$$

(48)

$$\frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c) = \frac{1}{4}\left(\cos^4 \frac{1}{2} i - \sin^2 i\right)\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 - \frac{1}{4} \cos^4 \frac{1}{2} i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos(2w + 2\Omega) +$$
$$+ \frac{3}{8} \sin^2 i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos 2w - \frac{1}{8} \sin^2 i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos 2\Omega$$

$$\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \sin b_c \cos b_c = -\frac{1}{2} \cos^2 \frac{1}{2} i \sin i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos(2w + \Omega) + \frac{1}{4} \sin 2i \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos \Omega.$$

Die Lösung der Aufgabe, die rechten Seiten dieser Gleichungen mit Hülfe der durch die Mondtheorie gegebenen Formeln als Funktionen der Zeit darzustellen, erfordert dem ersten Anscheine nach sehr umständliche Rechnungen; in Wirklichkeit aber ist die aufzuwendende Mühe nicht groß und läßt sich die ganze Arbeit auf die Entwicklung der zwei Ausdrücke $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w + 2\Omega)$ und $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin 2i \sin \Omega$ zurückführen. Die Berechnung des Ausdruckes $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w + 2\Omega)$ soll im Folgenden auf Grund der Delaunay'schen Theorie der Mondbewegung vorgenommen werden; es genügt aber vollkommen, nur die Hauptglieder dieser Theorie zu berücksichtigen.

Es sei

e, e' = Exzentrizität der Mond-, beziehungsweise der Erdbahn

n, n' = mittlere Bewegung des Mondes, beziehungsweise der Sonne

$$m = \frac{n'}{n}$$

g, g' = mittlere Anomalie des Mondes, beziehungsweise der Sonne

ω, ω' = Abstand des Mond-, beziehungsweise des Sonnenperigäums vom aufsteigenden Knoten der Mondbahn auf der Ekliptik

$$D = g + \omega - g' - \omega'.$$

Setzt man zur Abkürzung

$$1 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} e'^2\right) m^2 = \frac{1}{K_0}$$

$$\left[e - \frac{7}{12} e m^2 - \frac{285}{64} e m^3 - \frac{45091}{2304} e m^4\right] K_0 = e_1$$

$$\left[e^2 - \frac{1}{3} e^4 - \frac{5}{6} e^2 m^2 - \frac{735}{64} e^2 m^3\right] K_0 = e_2$$

$$\left[m^2 + \frac{19}{6} m^3 + \frac{15}{4} e^2 m + \frac{131}{18} m^4 + \frac{189}{16} e^2 m^2 + \frac{10483}{256} e^2 m^3 + \frac{383}{27} m^5 - \frac{5}{2} e'^2 m^2\right] K_0 = \sigma_2$$

$$\left[\frac{15}{8} e m + \frac{187}{32} e m^2 + \frac{29513}{1536} e m^3 + \frac{1161961}{18432} e m^4 - \frac{75}{16} e e'^2 m\right] K_0 = \tau_2$$

$$\left[\frac{33}{16} e m^2 + \frac{101}{16} e m^3 + \frac{405}{64} e^3 m + \frac{5037}{256} e^3 m^2 + \frac{5303}{384} e m^4\right] K_0 = \omega_3$$

so ist nach Delaunay

$$\frac{H}{r_c} = 1 + e_1 \cos g + e_2 \cos 2g + \sigma_2 \cos 2D + \tau_2 \cos(2D - g) + \omega_3 \cos(2D + g). \tag{49}$$

Mit Benutzung der von Delaunay angewandten Werte

$$e = 0.05490, \qquad e' = 0.01677, \qquad m = 0.07480$$

ergibt sich

$$\log e_1 = 8.7368 \qquad \log \sigma_2 = 7.917 \qquad \log \omega_3 = 6.95$$

$$\log e_2 = 7.474 \qquad \log \tau_2 = 8.001.$$

Wird die Summe der auf der rechten Seite der Gleichung (49) auf $e_1 \cos g$ folgenden Glieder mit f bezeichnet, so nimmt die Gleichung die Form an

$$\frac{H}{r_c} = 1 + e_1 \cos g + f.$$

Hieraus erhält man mit hinreichender Genauigkeit

$$\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 = 1 + 3(e_1 \cos g + f) + 3(e_1^2 \cos^2 g + 2 f e_1 \cos g + f^2).$$

In dem letzten Gliede darf man, indem für f sein Wert substituiert wird,

$$f^2 = \sigma_2^2 \cos^2 2D + \tau_2^2 \cos^2(2D - g) + 2\sigma_2 \tau_2 \cos 2D \cos(2D - g)$$

setzen oder, unter Anwendung der Formel

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} \cos(a + b) + \frac{1}{2} \cos(a - b)$$

und mit Vernachlässigung einiger für die Folge einflußlosen Glieder

$$f^2 = \frac{1}{2} \sigma_2^2 + \frac{1}{2} \tau_2^2 + \sigma_2 \tau_2 \cos g.$$

Substituiert man diesen Ausdruck und den von f in die Gleichung für $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3$ so ergibt sich, wenn zur Abkürzung

$$1 + \frac{3}{2}(e_1^2 + \sigma_2^2 + \tau_2^2) = \alpha_0 \qquad \log \alpha_0 = 0.00204$$

$$3e_1 + 3e_1 e_2 + 3\sigma_2 \tau_2 = \beta_1 \qquad \text{»} \quad \beta_1 = 9.2159$$

$$3e_2 + \frac{3}{2} e_1^2 = \beta_2 \qquad \text{»} \quad \beta_2 = 8.127$$

$$3\sigma_2 + 3e_1 \tau_2 + 3e_1 \omega_3 = \delta_2 \qquad \text{»} \quad \delta_2 = 8.424$$

$$3\tau_2 + 3e_1 \sigma_2 = \varepsilon_2 \qquad \text{»} \quad \varepsilon_2 = 8.497$$

$$3\omega_3 + 3e_1 \sigma_2 = \varepsilon_3 \qquad \text{»} \quad \varepsilon_3 = 7.60$$

$$3e_1 \tau_2 = \eta_3 \qquad \text{»} \quad \eta_3 = 7.21$$

gesetzt und die Summe $3e_1e_2\cos 3g + 3e_1\omega_3\cos(2D+2g)$ vernachlässigt wird,

$$\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 = \alpha_0 + \beta_1\cos g + \beta_2\cos 2g + \delta_2\cos 2D + \varepsilon_2\cos(2D-g) + \varepsilon_3\cos(2D+g) + \tag{50}$$
$$+ \eta_3\cos(2D-2g).$$

Der Bogen $w+\Omega$ oder die Länge des Mondes in seiner Bahn folgt aus dem Delaunay'schen Ausdruck für die Länge des Mondes bezogen auf die Ekliptik, indem man die mit γ (= Sinus des halben Neigungswinkels der Mondbahn gegen die Ekliptik) multiplizierten Glieder fortläßt. Wird

$$4e - \frac{1}{2}e^3 = k_1$$

$$\frac{5}{2}e^2 - \frac{11}{12}e^4 - \frac{7}{8}e^2m^2 - \frac{2595}{128}e^2m^3 = k_2$$

$$\frac{11}{4}m^2 + \frac{59}{6}m^3 + \frac{75}{8}e^2m + \frac{893}{36}m^4 + \frac{1101}{32}e^2m^2 + \frac{2855}{54}m^5 + \frac{64271}{512}e^2m^3 = \lambda_2$$

$$\frac{15}{2}em + \frac{263}{8}em^2 + \frac{48217}{384}em^3 + \frac{1880537}{4608}em^4 = \mu_2$$

$$\frac{17}{4}em^2 + \frac{169}{12}em^3 + \frac{195}{16}e^3m + \frac{9577}{288}em^4 + \frac{2655}{64}e^3m^2 = \mu_3$$

$$\frac{45}{8}e^2m + \frac{53}{2}e^2m^2 + \frac{263089}{1536}e^2m^3 + \frac{7700107}{9216}e^2m^4 + \frac{1932163643}{442368}e^2m^5 = \nu_3$$

gesetzt, und bedeutet c die mittlere Länge des Mondes in seiner Bahn, so hat man

$$2w + 2\Omega = 2c + k_1\sin g + k_2\sin 2g + \lambda_2\sin 2D + \mu_2\sin(2D-g) + \mu_3\sin(2D+g) + \tag{51}$$
$$+ \nu_3\sin(2D-2g)$$

Mit Hülfe der oben angegebenen Werte von e und m ergibt sich

$\log k_1 = 9.3415$	$\log\lambda_2 = 8.3664$	$\log\mu_3 = 7.273$
» $k_2 = 7.874$	» $\mu_2 = 8.6482$	» $\nu_3 = 7.310.$

Wenn man die Summe der auf der rechten Seite der Gleichung (51) auf $2c$ folgenden periodischen Glieder mit p bezeichnet, so erhält man unter Berücksichtigung der Glieder dritter Ordnung

$$\begin{aligned} \sin(2w+2\Omega) &= \sin[2c+p] = \left(1-\frac{1}{2}p^2\right)\sin 2c + \left(p-\frac{1}{6}p^3\right)\cos 2c \\ \cos(2w+2\Omega) &= \cos[2c+p] = \left(1-\frac{1}{2}p^2\right)\cos 2c - \left(p-\frac{1}{6}p^3\right)\sin 2c. \end{aligned} \tag{52}$$

Es reicht nun völlig aus, wenn man setzt

$$\frac{1}{6}p^3 = \frac{1}{6}[k_1^3\sin^3 g + 3k_1^2k_2\sin^2 g\sin 2g + 3k_1^2\lambda_2\sin^2 g\sin 2D + 3k_1^2\mu_2\sin^2 g\sin(2D-g)].$$

Wendet man auf diesen Ausdruck die Formel

$$\sin a\sin b = \frac{1}{2}\cos(a-b) - \frac{1}{2}\cos(a+b)$$

an und vernachlässigt alle die Glieder, welche von anderen Argumenten als den in (50) und (51) enthaltenen abhängen, so ergibt sich

$$\frac{1}{6} p^3 = \frac{1}{8} k_1^3 \sin g + \frac{1}{4} k_1^2 k_2 \sin 2g + \frac{1}{4} k_1^2 \lambda_2 \sin 2D + \frac{1}{4} k_1^2 \mu_2 \sin (2D - g) - \frac{1}{8} k_1^2 \mu_2 \sin (2D + g) - \\ - \frac{1}{8} k_1^2 \lambda_2 \sin (2D - 2g).$$

Mit Hilfe dieser Gleichung und unter Einführung des Wertes von p erhält man

$$(53) \qquad p - \frac{1}{6} p^3 = k_1 \left(1 - \frac{1}{8} k_1^2\right) \sin g + k_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) \sin 2g + \lambda_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) \sin 2D + \\ + \mu_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) \sin (2D - g) + \left(\mu_3 + \frac{1}{8} k_1^2 \mu_2\right) \sin (2D + g) + \left(\nu_3 + \frac{1}{8} k_1^2 \lambda_2\right) \sin (2D - 2g).$$

Ferner genügt es zu setzen

$$\frac{1}{2} p^2 = \frac{1}{2} k_1^2 \sin^2 g + k_1 k_2 \sin 2g \sin g + k_1 \lambda_2 \sin 2D \sin g + k_1 \mu_2 \sin (2D - g) \sin g + \\ + k_1 \mu_3 \sin (2D + g) \sin g + k_1 \nu_3 \sin (2D - 2g) \sin g + \\ + \frac{1}{2} \lambda_2^2 \sin^2 2D + \lambda_2 \mu_2 \sin 2D \sin (2D - g) + \frac{1}{2} \mu_2^2 \sin^2 (2D - g).$$

Macht man jetzt wieder von der obigen Formel für $\sin a \sin b$ Gebrauch und beschränkt sich auf solche Glieder, welche die in (50) und (51) auftretenden Argumente enthalten, so ergibt sich

$$(54) \qquad 1 - \frac{1}{2} p^2 = 1 - \frac{1}{4} (k_1^2 + \lambda_2^2 + \mu_2^2) - \frac{1}{2} (k_1 k_2 + \lambda_2 \mu_2) \cos g + \frac{1}{4} k_1^2 \cos 2g + \\ + \frac{1}{2} k_1 (\mu_2 - \mu_3) \cos 2D - \frac{1}{2} k_1 (\lambda_2 - \nu_3) \cos (2D - g) + \frac{1}{2} k_1 \lambda_2 \cos (2D + g) - \frac{1}{2} k_1 \mu_2 \cos (2D - 2g).$$

Aus den Gleichungen (52), (53) und (54) folgt, wenn zur Abkürzung

$1 - \frac{1}{4} (k_1^2 + \lambda_2^2 + \mu_2^2) = s_0$	$\log s_0 = 9.99446$
$\frac{1}{2} k_1 \left(1 - \frac{1}{8} k_1^2\right) - \frac{1}{4} (k_1 k_2 + \lambda_2 \mu_2) = s_1$	» $s_1 = 9.0352$
$\frac{1}{2} k_1 \left(1 - \frac{1}{8} k_1^2\right) + \frac{1}{4} (k_1 k_2 + \lambda_2 \mu_2) = t_1$	» $t_1 = 9.0406$
$\frac{1}{8} k_1^2 + \frac{1}{2} k_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) = s_2$	» $s_2 = 7.9877$
$\frac{1}{8} k_1^2 - \frac{1}{2} k_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) = t_2$	» $t_2 = 7.367$
$\frac{1}{2} \lambda_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) + \frac{1}{4} k_1 (\mu_2 - \mu_3) = u_2$	» $u_2 = 8.1406$
$\frac{1}{2} \lambda_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) - \frac{1}{4} k_1 (\mu_2 - \mu_3) = v_2$	» $v_2 = 7.9612$
$\frac{1}{2} \mu_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) - \frac{1}{4} k_1 (\lambda_2 - \nu_3) = x_2$	» $x_2 = 8.3182$
$\frac{1}{2} \mu_2 \left(1 - \frac{1}{4} k_1^2\right) + \frac{1}{4} k_1 (\lambda_2 - \nu_3) = y_2$	» $y_2 = 8.3642$

$$\frac{1}{4}k_1\lambda_2 + \frac{1}{2}\left(\mu_3 + \frac{1}{8}k_1^2\mu_2\right) = s_3 \qquad \log s_3 = 7.371$$

$$\frac{1}{4}k_1\lambda_2 - \frac{1}{2}\left(\mu_3 + \frac{1}{8}k_1^2\mu_2\right) = t_3 \qquad \text{"} \; t_3 = 6.31$$

$$\frac{1}{4}k_1\mu_2 - \frac{1}{2}\left(\nu_3 + \frac{1}{8}k_1^2\lambda_2\right) = u_3 \qquad \text{"} \; u_3 = 7.131$$

$$\frac{1}{4}k_1\mu_2 + \frac{1}{2}\left(\nu_3 + \frac{1}{8}k_1^2\lambda_2\right) = v_3 \qquad \text{"} \; v_3 = 7.548$$

gesetzt wird,

(55)
$$\begin{aligned}\sin(2w + 2\Omega) = {} & \underset{9919.8}{s_0}\sin 2c + \underset{1089}{s_1}\sin[2c+g] - \underset{1103}{t_1}\sin[2c-g] + \\ & + \underset{98}{s_2}\sin[2c+2g] + \underset{23}{t_2}\sin[2c-2g] + \underset{139}{u_2}\sin[2c+2D] - \underset{92}{v_2}\sin[2c-2D] + \\ & + \underset{209}{x_2}\sin[2c+2D-g] - \underset{232}{y_2}\sin[2c-2D+g] + \underset{24}{s_3}\sin[2c+2D+g] + \\ & + \underset{2}{t_3}\sin[2c-2D-g] - \underset{14}{u_3}\sin[2c+2D-2g] - \underset{35}{v_3}\sin[2c-2D+2g]\end{aligned}$$

Um nun das Produkt $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w + 2\Omega)$ zu entwickeln, setze man für $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3$ seinen durch die Gleichung (50) bestimmten Ausdruck ein. Als erstes Glied des Produktes erhält man dann $\alpha_0 \sin(2w+2\Omega)$. Die Zahlenwerte der mit α_0 multiplizierten Koeffizienten der Gleichung (55), ausgedrückt in Einheiten der vierten Dezimale, findet man unterhalb der Koeffizienten angegeben; bei dem Koeffizienten von $\sin 2c$ ist auch die fünfte Dezimale mitgeteilt. Das zweite Glied des Produktes ist $\beta_1 \cos g \sin(2w + 2\Omega)$. Unter Anwendung der Gleichung (55) und mit Benutzung der Formel

$$\sin a \cos b = \frac{1}{2}\sin(a+b) + \frac{1}{2}\sin(a-b)$$

wird, wenn alle die kleinen Glieder unberücksichtigt bleiben, welche nicht von den in (55) vorkommenden Argumenten abhängen,

(56[1])
$$\begin{aligned}\beta_1\cos g\sin(2w+2\Omega) = {} & \underset{1.1}{-\frac{1}{2}\beta_1(t_1-s_1)}\sin 2c + \underset{820}{\frac{1}{2}\beta_1(s_0+s_2)}\sin[2c+g] + \\ & + \underset{814}{\frac{1}{2}\beta_1(s_0+t_2)}\sin[2c-g] + \underset{89}{\frac{1}{2}\beta_1 s_1}\sin[2c+2g] - \underset{90}{\frac{1}{2}\beta_1 t_1}\sin[2c-2g] + \\ & + \underset{19}{\frac{1}{2}\beta_1(x_2+s_3)}\sin[2c+2D] - \underset{19}{\frac{1}{2}\beta_1(y_2-t_3)}\sin[2c-2D] + \\ & + \underset{10}{\frac{1}{2}\beta_1(u_2-u_3)}\sin[2c+2D-g] - \underset{10}{\frac{1}{2}\beta_1(v_2+v_3)}\sin[2c-2D+g] +\end{aligned}$$

(folg. Seite.)

$$+\frac{1}{2}\beta_1 u_2 \sin[2c+2D+g] - \frac{1}{2}\beta_1 v_2 \sin[2c-2D-g] +$$

11 8

$$+\frac{1}{2}\beta_1 x_2 \sin[2c+2D-2g] - \frac{1}{2}\beta_1 y_2 \sin[2c-2D+2g].$$

17 19

In dieser Formel sind unterhalb der Koeffizienten deren Zahlenwerte, ausgedrückt in Einheiten der vierten Dezimale, angegeben; dieselbe Bemerkung gilt für die folgenden Gleichungen, in denen wiederum alle Glieder vernachlässigt wurden, welche von anderen Argumenten abhängen als den in der Formel (55) auftretenden, außerdem aber auch diejenigen, deren Koeffizienten weniger als eine halbe Einheit der vierten Dezimale betragen. Man erhält so

$$(56^2) \qquad \beta_2 \cos 2g \sin(2w+2\Omega) = \frac{1}{2}\beta_2 (s_2+t_2)\sin 2c - \frac{1}{2}\beta_2 t_1 \sin[2c+g] + \frac{1}{2}\beta_2 s_1 \sin[2c-g] +$$

0·8 7 7

$$+\frac{1}{2}\beta_2 s_0 \sin[2c+2g] + \frac{1}{2}\beta_2 s_0 \sin[2c-2g] +$$

66 66

$$+\frac{1}{2}\beta_2 x_2 \sin[2c+2D+g] - \frac{1}{2}\beta_2 y_2 \sin[2c-2D-g] +$$

1 2

$$+\frac{1}{2}\beta_2 u_2 \sin[2c+2D-2g] - \frac{1}{2}\beta_2 v_2 \sin[2c-2D+2g].$$

1 1

$$(56^3) \qquad \delta_2 \cos 2D \sin(2w+2\Omega) = \frac{1}{2}\delta_2 (u_2-v_2)\sin 2c - \frac{1}{2}\delta_2 (y_2-s_3)\sin[2c+g] +$$

0·6 3

$$+\frac{1}{2}\delta_2 (x_2+t_3)\sin[2c-g] + \frac{1}{2}\delta_2 s_0 \sin[2c+2D] +$$

3 131

$$+\frac{1}{2}\delta_2 s_0 \sin[2c-2D] - \frac{1}{2}\delta_2 t_1 \sin[2c+2D-g] +$$

131 15

$$+\frac{1}{2}\delta_2 s_1 \sin[2c-2D+g] + \frac{1}{2}\delta_2 s_1 \sin[2c+2D+g] -$$

14 14

$$-\frac{1}{2}\delta_2 t_1 \sin[2c-2D-g] + \frac{1}{2}\delta_2 s_2 \sin[2c-2D+2g].$$

15 1

$$(56^4)\quad \varepsilon_2 \cos(2D-g)\sin(2w+2\Omega) = \underset{2}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2(u_2-v_3)\sin[2c+g] + \underset{2}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2(v_2+u_3)\sin[2c-g] +$$

$$+ \underset{17}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 s_1 \sin[2c+2D] - \underset{17}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 t_1 \sin[2c-2D] +$$

$$+ \underset{155}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 s_0 \sin[2c+2D-g] + \underset{155}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 s_0 \sin[2c-2D+g] +$$

$$+ \underset{2}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 s_2 \sin[2c+2D+g] - \underset{17}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 t_1 \sin[2c+2D-2g] +$$

$$+ \underset{17}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_2 s_1 \sin[2c-2D+2g].$$

$$(56^5)\quad \varepsilon_3 \cos(2D+g)\sin(2w+2\Omega) = -\underset{2}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_3 t_1 \sin[2c+2D] + \underset{2}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_3 s_1 \sin[2c-2D] +$$

$$+ \underset{20}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_3 s_0 \sin[2c+2D+g] + \underset{20}{\frac{1}{2}}\,\varepsilon_3 s_0 \sin[2c-2D-g].$$

$$(56^6)\quad \eta_3 \cos(2D-2g)\sin(2w+2\Omega) = \underset{8}{\frac{1}{2}}\,\eta_3 s_0 \sin[2c+2D-2g] + \underset{8}{\frac{1}{2}}\,\eta_3 s_0 \sin[2c-2D+2g].$$

Die Summe der mit α_0 multiplizierten Gleichung (55)[1]) und der Gleichungen (56^1) bis (56^6) ist gleich $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w+2\Omega)$, und zwar folgt mit Benutzung der unterhalb der Koeffizienten der genannten Gleichungen mitgeteilten Zahlen

$$(57)\quad \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w+2\Omega) = \underset{[9.9965]}{0.9920}\sin 2c + \underset{[9.2790]}{0.1901}\sin[2c+g] - \underset{[8.4487]}{0.0281}\sin[2c-g] +$$

$$+ \underset{[8.4031]}{0.0253}\sin[2c+2g] - \underset{[6.00]}{0.0001}\sin[2c-2g] + \underset{[8.4829]}{0.0304}\sin[2c+2D] +$$

$$+ \underset{[6.70]}{0.0005}\sin[2c-2D] + \underset{[8.5551]}{0.0359}\sin[2c+2D-g] -$$

$$- \underset{[7.863]}{0.0073}\sin[2c-2D+g] + \underset{[7.857]}{0.0072}\sin[2c+2D+g] -$$

$$- \underset{[6.48]}{0.0003}\sin[2c-2D-g] - \underset{[6.70]}{0.0005}\sin[2c+2D-2g] -$$

$$- \underset{[7.462]}{0.0029}\sin[2c-2D+2g].$$

In dieser Gleichung sind unterhalb der Koeffizienten ihre Logarithmen angegeben.

---

[1]) Man achte auf die p. 25, Z. 11 v. u. ff. gemachte Bemerkung.

Aus den Gleichungen (52) und (50) folgt, daß, wenn man auf der rechten Seite von (57) $2c$ durch $90°+2c$ oder auch die sin durch cos ersetzt, der Ausdruck für $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos(2w+2\Omega)$ erhalten wird. Ferner lehrt die Gleichung (51), daß man, um $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w+\Omega)$ und $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos(2w+\Omega)$ zu erhalten, in den Formeln für $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin(2w+2\Omega)$, beziehungsweise $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos(2w+2\Omega)$ an Stelle von $2c$ zu setzen hat $2c-\Omega$; ersetzt man dagegen $2c$ durch $2c-2\Omega$, so ergeben sich die Gleichungen für $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin 2w$ und $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos 2w$.

Es soll jetzt noch der Ausdruck $\frac{1}{4}\sin 2i\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin\Omega$ entwickelt werden; dabei ist aber auf die periodischen Störungen der Elemente i und Ω Rücksicht zu nehmen. Bedeuten i_0 und Ω_0 die mittleren Werte von i und Ω, bedeuten ferner γ, γ' δ, δ' vier Konstanten und bezeichnet man mit L die mittlere Länge der Sonne, so ist[1]

(58)
$$\Omega = \Omega_0 + \gamma \sin(2L-2\Omega_0) + \delta \sin 2\omega$$
$$i = i_0 + \gamma' \cos(2L-2\Omega_0) + \delta' \cos 2\omega$$

$$\log\gamma = 8.440, \qquad \log\delta = 7.152$$
$$\log\gamma' = 7.393, \qquad \log\delta' = 6.106.$$

Mit Hülfe von (58) ergibt sich, wenn die Abkürzungen

$$\frac{1}{4}\sin 2i_0 = i_1 \qquad \log i_1 = 8.64992$$

$$\frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}\gamma\sin 2i_0 + \gamma'\cos 2i_0\right) = i_2 \qquad \text{"}\ i_2 = 7.088$$

$$\frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}\delta\sin 2i_0 + \delta'\cos 2i_0\right) = i_3 \qquad \text{"}\ i_3 = 5.800$$

eingeführt werden, wo $i_0 = 5° 8' 43''$ anzunehmen ist,

$$\frac{1}{4}\sin 2i\sin\Omega = i_1\sin\Omega_0 + i_2\sin(2L-\Omega_0) + i_3\sin(2\omega+\Omega_0).$$

Diese Gleichung ist mit der Gleichung (50) zu multiplizieren. Unter Vernachlässigung sehr kleiner und für die Folge bedeutungsloser Glieder erhält man, wenn nach Ausführung der Multiplikation an Stelle von Ω_0 wieder Ω gesetzt wird,

[1] Perchot, Sur les mouvements des noeuds et du périgée de la Lune, p. 40, Thèse, Paris 1892. Perchot bezeihnet mit g, was von mir mit ω bezeichnet wird.

$$(59)\quad \frac{1}{4}\sin 2\,i\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin\Omega = \underset{8.65196}{\alpha_0}\, i_1 \sin\Omega + \frac{1}{2}\underset{7.565}{\beta_1}\, i_1 \sin(\Omega+g) + \frac{1}{2}\underset{7.565}{\beta_1}\, i_1 \sin(\Omega-g) +$$

$$+\frac{1}{2}\underset{6.77}{\delta_2}\, i_1 \sin(\Omega+2D) + \frac{1}{2}\underset{6.77}{\delta_2}\, i_1 \sin(\Omega-2D) + \frac{1}{2}\underset{6.85}{\varepsilon_2}\, i_1 \sin(\Omega+2D-g) +$$

$$+\frac{1}{2}\underset{6.85}{\varepsilon_2}\, i_1 \sin(\Omega-2D+g) + \underset{7.090}{\alpha_0}\, i_2 \sin(2L-\Omega) + \underset{5.802}{\alpha_0}\, i_3 \sin(2\omega+\Omega)\,.$$

Unterhalb der Koeffizienten sind ihre Logarithmen angegeben. Ersetzt man auf der rechten Seite von (59) die sin durch cos, so erhält man die Entwicklung für $\frac{1}{4}\sin 2i\left(\frac{H}{r_c}\right)^3\cos\Omega$.

Der Einfluß der periodischen Störungen von i und Ω auf die Glieder $\frac{1}{4}\sin^2 i\,\sin 2\Omega$ und $\frac{1}{4}\sin^2 i\cos 2\Omega$ ist zu vernachlässigen; es wird dann hinreichend genau

$$(60)\quad \begin{aligned} &\frac{1}{4}\sin^2 i\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin 2\Omega = \frac{1}{4}\alpha_0\sin^2 i_0 \sin 2\Omega \qquad \log\frac{1}{4}\alpha_0\sin^2 i_0 = 7.3054\\ &\frac{1}{8}\sin^2 i\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos 2\Omega = \frac{1}{8}\alpha_0\sin^2 i_0 \cos 2\Omega \qquad \log\frac{1}{8}\alpha_0\sin^2 i_0 = 7.0044\end{aligned}$$

wo rechts Ω statt Ω_0 gesetzt wurde. Die periodischen Störungen der Elemente i und Ω beeinflussen auch noch das erste Glied auf der rechten Seite der Gleichungen (48), dieser Einfluß ist aber ohne Bedeutung für das Endresultat der Untersuchung und kann demnach unberücksichtigt bleiben.

Im Vorigen sind alle Formeln abgeleitet worden, deren man bedarf, um die gesuchten Entwicklungen der auf der linken Seite der Gleichungen (48) stehenden Ausdrücke zu erhalten. Zur Anwendung gelangen die Formeln (57), (59), (60) und wegen des ersten Gliedes auf der rechten Seite der dritten der Gleichungen (48) außerdem noch die Formel (50); für die in den Gleichungen (48) vorkommenden Koeffizienten, insoweit deren Werte nicht schon mitgeteilt wurden, hat man

$$\log\frac{1}{2}\cos^4\frac{1}{2}i = 9.6972 \qquad \log\frac{1}{4}\left(\cos^4\frac{1}{2}i - \sin^2 i\right) = 9.39267 \qquad \log\frac{3}{8}\sin^2 i = 7.4794$$

$$\log\frac{1}{2}\cos^2\frac{1}{2}i\sin i = 8.6508 \qquad \log\frac{1}{4}\cos^4\frac{1}{2}i = 9.3962\,.$$

Wenn nun einige belanglose Glieder fortgelassen und die Koeffizienten logarithmisch angesetzt werden, so erhält man

$$(61^1)\quad \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c\cos l_c\cos^2 b_c = 9.6937\sin 2c + 8.9762\sin[2c+g] + 8_n 1459\sin[2c-g] +$$

$$+ 8.1003\sin[2c+2g] + 8.1801\sin[2c+2D] + 6.40\sin[2c-2D] +$$

$$+ 8.2523\sin[2c+2D-g] + 7_n 560\sin[2c-2D+g] +$$

$$+ 7.554\sin[2c+2D+g] + 7_n 159\sin[2c-2D+2g] + 7.3054\sin 2\Omega$$

$$(61^2)\qquad \left(\frac{H}{r_{☾}}\right)^3 \cos l_{☾} \sin b_{☾} \cos b_{☾} = 8.6473 \sin[2c-\Omega] + 7.9298 \sin[2c+g-\Omega] + 7_n099 \sin[2c-g-\Omega] +$$

$$+ 7.054 \sin[2c+2g-\Omega] + 7.134 \sin[2c+2D-\Omega] +$$

$$+ 7.206 \sin[2c+2D-g-\Omega] + 8_n65196 \sin\Omega + 7_n565 \sin(\Omega+g) +$$

$$+ 7_n565 \sin(\Omega-g) + 6_n77 \sin(\Omega+2D) + 6_n77 \sin(\Omega-2D) +$$

$$+ 6_n85 \sin(\Omega+2D-g) + 6_n85 \sin(\Omega-2D+g) + 7_n090 \sin(2L-\Omega)$$

$$+ 5_n802 \sin(2\omega+\Omega)$$

$$(61^3)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_{☾}}\right)^3 (\sin^2 l_{☾} \cos^2 b_{☾} - \sin^2 b_{☾}) = 9.39471 + 8.6086 \cos g + 7.520 \cos 2g + 7.817 \cos 2D +$$

$$+ 7.890 \cos(2D-g) + 6.99 \cos(2D+g) + 6.60 \cos(2D-2g) +$$

$$+ 9_n3927 \cos 2c + 8_n6752 \cos[2c+g] + 7.845 \cos[2c-g] +$$

$$+ 7_n799 \cos[2c+2g] + 7_n879 \cos[2c+2D] + 6_n10 \cos[2c-2D] +$$

$$+ 7_n951 \cos[2c+2D-g] + 7.259 \cos[2c-2D+g] +$$

$$+ 7_n253 \cos[2c+2D+g] + 6.858 \cos[2c-2D+2g] +$$

$$+ 7.476 \cos[2c-2\Omega] + 7_n004 \cos 2\Omega.$$

$$(61^4)\qquad \left(\frac{H}{r_{☾}}\right)^3 \sin l_{☾} \sin b_{☾} \cos b_{☾} = 8_n6473 \cos[2c-\Omega] + 7_n9298 \cos[2c+g-\Omega] + 7.0995 \cos[2c-g-\Omega] +$$

$$+ 7_n054 \cos[2c+2g-\Omega] + 7_n134 \cos[2c+2D-\Omega] +$$

$$+ 7_n206 \cos[2c+2D-g-\Omega] + 8.65196 \cos\Omega + 7.565 \cos(\Omega+g) +$$

$$+ 7.565 \cos(\Omega-g) + 6.77 \cos(\Omega+2D) + 6.77 \cos(\Omega-2D) +$$

$$+ 6.85 \cos(\Omega+2D-g) + 6.85 \cos(\Omega-2D+g) + 7.090 \cos(2L-\Omega) +$$

$$+ 5.802 \cos(2\omega+\Omega).$$

Die in diesem Artikel gegebenen Entwickelungen können noch dazu benutzt werden, auch die in den Gleichungen (33^1) und (33^2) vorkommenden Ausdrücke $\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2\, l_\odot$ und $\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot$ als Funktionen der Zeit darzustellen; dabei kann man von allen periodischen Störungen der Erdbahn absehen und letztere als elliptisch betrachten. Wenn unter dieser Voraussetzung Δ die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, e' die Exzentrizität der Erdbahn und g' die mittlere Anomalie der Sonne bedeutet, so hat man

$$\frac{\Delta}{r_\odot} = 1 + e' \cos g' + e'^2 \cos 2g'.$$

Aus der Vergleichung dieser Relation mit (49) folgt, daß, wenn man in der Gleichung (50), beziehungsweise in den Ausdrücken für die Koeffizienten dieser Gleichung, e_1, e_2, g der Reihe nach mit e', e'^2, g' vertauscht und außerdem $\sigma_2 = \tau_2 = \omega_3 = 0$ setzt, man die Entwickelung für $\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3$ erhält. Es ergibt sich also bis auf Glieder von der Ordnung e'^2 genau

$$\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 = 1 + \frac{3}{2} e'^2 + 3\, e' \cos g' + \frac{9}{2} e'^2 \cos 2\, g'$$

Wird t von 1850.0 an gezählt und als Einheit von t ein julianisches Jahrhundert gewählt, so ist nach Newcomb

$$e' = 0.01677 - 0.000042\, t,$$

oder, wie zur Abkürzung gesetzt werden soll

$$e' = e'_0 + e'_1 t.$$

Es genügt nun, das säkulare Glied von e' nur bei der Berechnung von $\frac{3}{2}e'^2$ in Rechnung zu ziehen; setzt man dementsprechend

$$\alpha'_0 = 1 + \frac{3}{2}e_0'^2 \qquad \log \alpha'_0 = 0.00018$$

$$\alpha'_1 = 3\,e'_1 e'_0 \qquad \log \alpha'_1 = 4_n 325$$

$$\beta'_1 = 3\,e'_0 \qquad \log \beta'_1 = 8.7016$$

$$\beta'_2 = \frac{9}{2}e_0'^2 \qquad \log \beta'_2 = 7.102\,,$$

so wird

$$\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 = \alpha'_0 + \alpha'_1\,t + \beta'_1 \cos g' + \beta'_2 \cos 2g'. \tag{62}$$

Wenn wieder L die mittlere Länge der Sonne bedeutet und die Bezeichnungen eingeführt werden

$$k'_1 = 4e'_0 \qquad \log k'_1 = 8.8266$$

$$k'_2 = \frac{5}{2}e_0'^2 \qquad \log k'_2 = 6.847$$

so ist der Theorie der elliptischen Bewegung zufolge

$$2\,l_\odot = 2L + k'_1 \sin g' + k'_2 \sin 2\,g'.$$

Ebendieselbe Gleichung erhält man, wenn man in der Gleichung (51) c, k_1, k_2, g der Reihe nach mit L, k'_1, k'_2, g' vertauscht und außerdem $\lambda_2 = \mu_2 = \mu_3 = \nu_3 = 0$ setzt. Mit Hülfe dieser Substitutionen kann man also auch aus der Gleichung (55) unmittelbar die entsprechende für $\sin\,2\,l_\odot$ erhalten. Geht man auf die Bedeutung der in (55) auftretenden Koeffizienten zurück und setzt

$$s'_0 = 1 - \frac{1}{4}k_1'^2 \qquad \log s'_0 = 9.99951$$

$$s'_1 = \frac{1}{2}k'_1 \qquad \log s'_1 = 8.5256$$

$$t'_1 = \frac{1}{2}k'_1 = s'_1 \qquad \log t'_1 = 8.5256\,,$$

so erhält man mit Vernachlässigung der von $2L \pm 2\,g'$ abhängigen Glieder

$$\sin 2\,l_\odot = \underset{9992.8}{s'_0 \sin 2\,L} + \underset{336}{s'_1 \sin (2\,L + g')} - \underset{336}{t'_1 \sin (2\,L - g')}. \tag{63}$$

Diese Gleichung ist mit der Gleichung (62) zu multiplizieren. In (63) sind bereits unterhalb der Koeffizienten ihre mit α'_0 multiplizierten Zahlenwerte, ausgedrückt in Einheiten der vierten Dezimale, angegeben. Die durch die Multiplikation des Gliedes $\alpha'_1\,t$ mit der Gleichung (63) entstehenden Produkte können vernachlässigt werden. Weiterhin erhält man

$$\beta'_1 \cos g' \sin 2\,l_\odot = \underset{251}{\frac{1}{2}\beta'_1\,s'_0 \sin (2\,L + g')} + \underset{251}{\frac{1}{2}\beta'_1 s'_0 \sin (2\,L - g')}$$

$$\beta'_2 \cos 2g' \sin 2\,l_\odot = \underset{0}{-\frac{1}{2}\beta'_2 t'_1 \sin (2\,L + g')} + \underset{0}{\frac{1}{2}\beta'_2 s'_1 \sin (2\,L - g')}.$$

Die Summe aus den beiden letzten Gleichungen und der mit α_0' multiplizierten Gleichung (63) stellt den Ausdruck für $\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2\, l^\odot$ dar, und zwar ergibt sich mit Hülfe der unterhalb der Koeffizienten der drei letzten Gleichungen stehenden Zahlen

$$\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2 l_\odot = 0.99928 \sin 2L + 0.0587 \sin (2L + g') - 0.0085 \sin (2L - g'). \tag{64}$$

Ersetzt man auf der rechten Seite dieser Gleichung die sin durch cos, so erhält man den Ausdruck für $\left(\frac{\Delta}{r_\cdot}\right)^3 \cos 2\, l$. Endlich ist

$$\left(\frac{\Delta}{r_\cdot}\right)^3 \sin^2 l_\odot = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 - \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\cdot}\right)^3 \cos 2\, l_\odot .$$

Unter Anwendung der Formeln (64) und (62) sowie der (64) entsprechenden Formel für $\left(\frac{\Delta}{r_\cdot}\right)^3 \cos 2\, l_\odot$ ergeben sich demnach die folgenden Gleichungen, in denen die Koeffizienten logarithmisch angesetzt sind

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2 l_\odot = 9.69866 \sin 2\, L + 8.4676 \sin (2L + g') + 7_n628 \sin (2L - g'). \tag{65^1}$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\cdot}\right)^3 \sin^2 l_\odot = {} & 9.39812 + 3_n723\, t + 8.0995 \cos g' + 6.50 \cos 2g' + \\ & + 9_n39763 \cos 2L + 8_n1666 \cos (2L + g') + 7.327 \cos (2L - g').\end{aligned} \tag{65^2}$$

8. Die in den zwei letzten Artikeln gewonnenen Formeln gestatten, den Differentialgleichungen (33) eine zur Integration geeignete Gestalt zu geben. Es soll jetzt diese Rechnung durchgeführt und sodann die Integration der erhaltenen Differentialgleichungen bewerkstelligt werden. Den Differentialgleichungen (33) gemäß ist die Gleichung (61^1) mit der ersten der Gleichungen (43)zu multiplizieren, ferner die Gleichung (61^2) mit der zweiten der Gleichungen (43), u. s. w. Diese Rechnung wird übersichtlicher, wenn man sie in zwei Teilen ausführt, und zwar folgendermaßen. Die Glieder, welche aus der Multiplikation mit den Gleichungen (43) und mit der zweiten der Gleichungen (46) hervorgehen, sollen einstweilen ganz vernachlässigt werden, oder es soll, was auf dasselbe herauskommt,

$$\frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = 0, \qquad \frac{\sin a \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = 0, \qquad \sin a \cos 2\varepsilon = 0$$

gesetzt werden.

In den Gleichungen (44) und (45) berücksichtige man zunächst nur folgende Glieder

$$\begin{aligned}
\frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= \frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} & \log \frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} &= 0.26356\\
\frac{\cos a \cos 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} &= \frac{\cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} & \log \frac{\cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} &= 0.23447\\
\cos a \sin \varepsilon &= \sin \varepsilon_0 & \log \sin \varepsilon_0 &= 9.59998\\
\cos a \cos \varepsilon &= \cos \varepsilon_0 & \log \cos \varepsilon_0 &= 9.96253.
\end{aligned}$$

Ferner berücksichtige man in der ersten der Gleichungen (46) nur das Hauptglied und setze also

$$\sin a \sin 2\varepsilon = a_1 \sin 2\varepsilon_0 .$$

Nach (38) ist $a_1 = p_1 t : \sin \varepsilon_0$. Drückt man $p_1 = 5''341$ in Teilen des Radius aus, so wird

$$\log \frac{a_1 \sin 2\varepsilon_0}{t} = 5.6767.$$

Setzt man nun zur Abkürzung

$$(66) \qquad -\frac{d\psi_c}{dt} = \frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c)\frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \sin b_c \cos b_c \frac{\cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}\right\}$$

$$(67) \qquad -\frac{d\psi_\odot}{dt} = \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot \frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0}$$

$$(68) \qquad \frac{d\varepsilon'_c}{dt} = -\frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\left\{\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \cos l_c \cos^2 b_c \sin \varepsilon_0 + \left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \cos l_c \sin b_c \cos b_c \cos \varepsilon_0 - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c)\, a_1 \sin 2\varepsilon_0\right\}$$

$$(69) \qquad \frac{d\varepsilon'_\odot}{dt} = -\frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin 2l_\odot \sin \varepsilon_0 - \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot\right] a_1 \sin 2\varepsilon_0\right\},$$

so werden die Gleichungen (33)

$$(70) \qquad \begin{aligned} \frac{d\psi}{dt} &= \frac{d\psi_c}{dt} + \frac{d\psi_\odot}{dt} + \delta\frac{d\psi_c}{dt} + \delta\frac{d\psi_\odot}{dt} \\ \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \frac{d\varepsilon'_c}{dt} + \frac{d\varepsilon'_\odot}{dt} + \delta\frac{d\varepsilon'_c}{dt} + \delta\frac{d\varepsilon'_\odot}{dt}, \end{aligned}$$

wo die Zusatzglieder $\delta\frac{d\psi_c}{dt}, \ldots, \delta\frac{d\varepsilon'_\odot}{dt}$ aus der Multiplikation der vorhin vernachlässigten Glieder der Gleichungen (43) bis (46) in die Gleichungen (61^1) bis (61^4), beziehungsweise in (65^1) und (65^2) hervorgehen.

Man führe jetzt in die Gleichungen (66) bis (69) die in (61^1) bis (61^4) sowie in (65^1) und (65^2) gegebenen Werte von $\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 \sin l_c \cos l_c \cos^2 b^c$ u. s. w. ein. In dem letzten Gliede des Klammerausdrucks auf der rechten Seite der Gleichung (68) beziehungsweise der Gleichung (69) genügt es, nur den konstanten Teil von $\frac{1}{2}\left(\frac{H}{r_c}\right)^3 (\sin^2 l_c \cos^2 b_c - \sin^2 b_c)$ beziehungsweise von $\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{r_\odot}\right)^3 \sin^2 l_\odot$ zu berücksichtigen; ferner soll in der Gleichung (65^2) das Glied $3_n723\, t$ vorläufig vernachlässigt werden. Man erhält dann

$$(71) \qquad -\frac{d\psi_c}{dt} = \frac{3k^2 M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\left\{9.65827 + 8.8722 \cos g + 7.784 \cos 2g + 8.081 \cos 2D + \right.$$
$$+ 8.154 \cos (2D-g) + 7.25 \cos (2D+g) + 6.86 \cos (2D-2g) +$$
$$+ 9_n6563 \cos 2c + 8_n9388 \cos [2c+g] + 8.109 \cos [2c-g] +$$
$$+ 8_n063 \cos [2c+2g] + 8_n143 \cos [2c+2D] + 6_n36 \cos [2c-2D] +$$
$$+ 8_n215 \cos [2c+2D-g] + 7.523 \cos [2c-2D+g] +$$
$$+ 7_n517 \cos [2c+2D+g] + 7.122 \cos [2c-2D+2g] +$$

$$+ 7.740 \cos [2c - 2\Omega] + 7_n268 \cos 2\Omega + 8_n8818 \cos [2c - \Omega] +$$
$$+ 8_n1643 \cos [2c + g - \Omega] + 7.334 \cos [2c - g - \Omega] +$$
$$+ 7_n288 \cos [2c + 2g - \Omega] + 7_n368 \cos [2c + 2D - \Omega] +$$
$$+ 7_n440 \cos [2c + 2D - g - \Omega] + 8.88643 \cos \Omega + 7.799 \cos (\Omega + g) +$$
$$+ 7.799 \cos (\Omega - g) + 7.00 \cos (\Omega + 2D) + 7.00 \cos (\Omega - 2D) +$$
$$+ 7.08 \cos (\Omega + 2D - g) + 7.08 \cos (\Omega - 2D + g) +$$
$$+ 7.324 \cos (2L - \Omega) + 6.036 \cos (2\omega + \Omega) \Big\}$$

$$(72) \qquad \frac{d\psi_\odot}{dt} = \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3} \frac{C-A}{Cn} \Big\{ 9.66168 + 8.3631 \cos g' + 6.76 \cos 2g' + 9_n66119 \cos 2L +$$
$$+ 8_n4302 \cos (2L + g') + 7.591 \cos (2L - g') \Big\}$$

$$(73) \qquad \frac{d\varepsilon'_c}{dt} = -\frac{3k^2 M_c}{H^3} \frac{C-A}{Cn} \Big\{ 5_n0714t + 9.2937 \sin 2c + 8.5762 \sin [2c + g] +$$
$$+ 7_n746 \sin [2c - g] + 7.700 \sin [2c + 2g] +$$
$$+ 7.780 \sin [2c + 2D] + 6.00 \sin [2c - 2D] +$$
$$+ 7.852 \sin [2c + 2D - g] + 7_n160 \sin [2c - 2D + g] +$$
$$+ 7.154 \sin [2c + 2D + g] + 6_n759 \sin [2c - 2D + 2g] +$$
$$+ 6.9054 \sin 2\Omega + 8.6098 \sin [2c - \Omega] +$$
$$+ 7.892 \sin [2c + g - \Omega] + 7_n062 \sin [2c - g - \Omega] +$$
$$+ 7.017 \sin [2c + 2g - \Omega] + 7.097 \sin [2c + 2D - \Omega] +$$
$$+ 7.169 \sin [2c + 2D - g - \Omega] + 8_n61449 \sin \Omega +$$
$$+ 7_n528 \sin (\Omega + g) + 7_n528 \sin (\Omega - g) +$$
$$+ 6_n73 \sin (\Omega + 2D) + 6_n73 \sin (\Omega - 2D) +$$
$$+ 6_n81 \sin (\Omega + 2D - g) + 6_n81 \sin (\Omega - 2D + g) +$$
$$+ 7_n053 \sin (2L - \Omega) + 5_n765 \sin (2\omega + \Omega) \Big\}$$

$$(74) \qquad \frac{d\varepsilon'_\odot}{dt} = -\frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3} \frac{C-A}{Cn} \Big\{ 5_n0749t + 9.29864 \sin 2L +$$
$$+ 8.0676 \sin (2L + g') + 7_n228 \sin (2L - g') \Big\}.$$

Nimmt man an, daß die Faktoren $\frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3} \frac{C-A}{Cn}$ und $\frac{3k^2 M_c}{H^3} \frac{C-A}{Cn}$ bekannt wären, so würde die Integration der vier vorhergehenden Differentialgleichungen keine Schwierigkeiten bereiten. Denn, wenn man sich in diesen Gleichungen die Logarithmen durch ihre Numeri ersetzt denkt, so haben die Glieder auf der rechten Seite sämtlich eine der drei Formen

$$(D) \qquad \alpha, \qquad \beta t, \qquad \gamma \sin (F_0 + f_0 t), \qquad \delta \cos (G_0 + g_0 t),$$

wo α, β, γ, δ in Teilen des Radius ausgedrückte Zahlengrößen, und f_0 und g_0 die Änderungen von F_0 und G_0 im Laufe der Zeiteinheit bedeuten; die entsprechenden Integrale lauten also

$$(J) \qquad \alpha t, \qquad \frac{1}{2} \beta t^2, \qquad -\frac{\gamma}{f_0} \cos (F_0 + f_0 t), \qquad \frac{\delta}{g_0} \sin (G_0 + g_0 t).$$

Sind auch f_0 und g_0 in Teilen des Radius gegeben, und soll das Resultat der Integration in Bogensekunden ausgedrückt erhalten werden, so muß man die vorigen Integrale noch durch arc 1″ dividieren. Nach den Tafeln von Hansen und Leverrier hat man aber für die Produkte aus arc 1″ und den in Teilen des Radius ausgedrückten, auf das als Zeiteinheit gewählte julianische Jahrhundert bezogenen Werten der mittleren Bewegung von $g, g' \ldots 2\omega$

Argument	Mittl. Beweg. × arc 1″	Argument	Mittl. Beweg. × arc 1″
g . . .	+ 0.0403786	$2L$ . . .	+ 0.0060925
g' . .	+ 0.0030461	$2D$ . . .	+ 0.07535334
$2c$ . . .	+ 0.0814458	Ω . . .	− 0.00016366
		2ω . . .	+ 0.00101594.

Es ist jetzt zu zeigen, in welcher Weise sich die Faktoren $\frac{3k^2M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}$ und $\frac{3k^2M_\odot}{\Delta^3}\frac{C-A}{Cn}$ bestimmen lassen. Wie man mit Hilfe der für die mittlere Bewegung der Argumente $g, g' \ldots 2\omega$ gegebenen, beziehungsweise der aus ihnen abgeleiteten Werte sieht, ist das Integral aus dem den Faktor sin Ω enthaltenden Gliede der Gleichung (73) weit größer als alle aus den übrigen Gliedern dieser Gleichung hervorgehenden Integrale. Das Integral lautet

$$\frac{3k^2M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\frac{[8.61449]}{[6.21394]}\cos\Omega\,,$$

wo die in Klammern gesetzten Zahlen Logarithmen bedeuten. Werden die Logarithmen durch die ihnen entsprechenden Numeri ersetzt, so folgt aus dem vorhin Gesagten, daß das Integral in Sekunden ausgedrückt erhalten wird, und zwar ergibt sich

$$\frac{3k^2M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\,251''506\cos\Omega\,.$$

Der Koeffizient von cos Ω läßt sich aber auch direkt aus den Beobachtungen ableiten. Als wahrscheinlichsten Wert desselben nimmt man gegenwärtig 9″21 an; somit wird

$$\frac{3k^2M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn}\,251''506 = 9''21\,,$$

also

$$\log\frac{3k^2M_c}{H^3}\frac{C-A}{Cn} = 8.56371\,.$$

Dieser Logarithmus ist zu sämtlichen in den Klammern auf der rechten Seite der Gleichungen (71) und (73) gegebenen logarithmischen Koeffizienten zu addieren und dann die Integration nach dem oben angegebenen Schema vorzunehmen. Bezeichnet man das Integral $\int \frac{d\varepsilon'_c}{dt}\,dt$ mit $\Delta\varepsilon_c$, so erhält man, wenn noch die Argumente $2c-2D+g$ und $2c-2D$ mit den gleichbedeutenden $2L+g$, beziehungsweise $2L$ vertauscht werden,

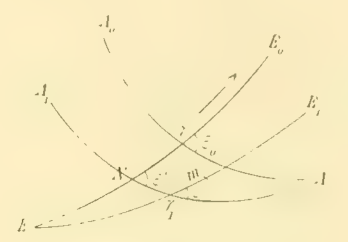
$$
(75) \qquad
\begin{aligned}
-\psi_c = {} & 3438''8\,t \\
& + 0.068 \sin g \\
& + 0.003 \sin 2g \\
& + 0.006 \sin 2D \\
& + 0.015 \sin (2D-g) \\
& + 0.001 \sin (2D+g) \\
& - 0.005 \sin (2D-2g) \\
& - 0.204 \sin 2c \\
& - 0.026 \sin [2c+g] \\
& + 0.011 \sin [2c-g] \\
& - 0.003 \sin [2c+2g] \\
& - 0.003 \sin [2c+2D] \\
& - 0.001 \sin 2L \\
& - 0.005 \sin [2c+2D-g] \\
& + 0.003 \sin [2L+g] \\
& - 0.001 \sin [2c+2D+g] \\
& + 0.001 \sin [2c-2D+2g] \\
& + 0.002 \sin [2c-2\Omega] \\
& + 0.207 \sin 2\Omega \\
& - 0.034 \sin [2c-\Omega] \\
& - 0.004 \sin [2c+g-\Omega] \\
& + 0.002 \sin [2c-g-\Omega] \\
& - 0.001 \sin [2c+2D-\Omega] \\
& - 0.001 \sin [2c+2D-g-\Omega] \\
& - 17.227 \sin \Omega \\
& + 0.006 \sin (\Omega+g) \\
& - 0.006 \sin (\Omega-g) \\
& + 0.001 \sin (\Omega+2D-g) \\
& + 0.001 \sin (\Omega-2D+g) \\
& + 0.012 \sin (2L-\Omega) \\
& + 0.005 \sin (2\omega+\Omega)
\end{aligned}
$$

$$
(76) \qquad
\begin{aligned}
\Delta\varepsilon_c = {} & + 0''0445\,t^2 \\
& + 0.088 \cos 2c \\
& + 0.011 \cos [2c+g] \\
& - 0.005 \cos [2c-g] \\
& + 0.001 \cos [2c+2g] \\
& + 0.001 \cos [2c+2D] \\
& + 0.001 \cos 2L \\
& + 0.002 \cos [2c+2D-g] \\
& - 0.001 \cos [2c-2D+g] \\
& - 0.090 \cos 2\Omega \\
& + 0.018 \cos [2c-\Omega] \\
& + 0.002 \cos [2c+g-\Omega] \\
& - 0.001 \cos [2c-g-\Omega] \\
& + 9.210 \cos \Omega \\
& - 0.003 \cos [\Omega+g] \\
& + 0.003 \cos [\Omega-g] \\
& - 0.001 \cos [\Omega+D2-g] \\
& + 0.001 \cos [\Omega-2D+g] \\
& - 0.007 \cos [2L-\Omega] \\
& - 0.003 \cos (2\omega+\Omega)
\end{aligned}
$$

Die Bestimmung des Faktors $\frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\,\frac{C-A}{Cn}$ ist ebenfalls nur mit Hilfe der Beobachtungen auszuführen. Zum Verständnis sei Folgendes bemerkt. Die vorhin abgeleiteten Formeln für $-\psi_c$ und $\Delta\varepsilon_c$ zeigen, daß die Lage des Äquators in Bezug auf die feste Ekliptik Veränderungen unterworfen ist, welche teils der Zeit oder deren Quadrat proportional, teils periodisch sind. Da die Gleichungen (72) und (74) ganz ähnlich gebaut sind wie die zur Bestimmung von $-\psi_c$ und $\Delta\varepsilon_c$ dienenden Gleichungen (71) und (73), so müssen $-\psi_\odot$ und $\Delta\varepsilon_\odot$ aus ebensolchen Gliedern zusammengesetzt sein wie $-\psi_c$ und $\Delta\varepsilon_c$. Es sei nun AA_1 die Lage, welche der Äquator zur Zeit t haben würde, wenn die periodischen Glieder in ψ und $\Delta\varepsilon$ nicht vorhanden wären;

ferner stelle AA_0 die derselben Annahme entsprechende Lage des Äquators zur Zeit $t = 0$ dar. Endlich möge die Lage der Ekliptik zur Zeit $t = 0$ beziehungsweise $t = t$ durch den größten Kreis EE_0 beziehungsweise EE_1 angegeben werden; der Pfeil zeige die Richtung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn an.

Fig. 7.



Nach den früheren Bezeichnungen (p. 15)[1] ist dann $E\Upsilon = 180° - \Pi$, $E\Upsilon_1 = b$, somit $E\Upsilon - E\Upsilon_1 = 180° - \Pi - b$, oder nach Einsetzung des durch die Gleichungen (40) und (39) bestimmten Wertes von b, wobei aber b_3 wieder vernachlässigt werden kann,

$$E\Upsilon - E\Upsilon_1 = -\psi - p_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - b_2 \,,$$

$$b_2 = \left(p_2 \operatorname{cotg} \varepsilon_0 - \frac{1}{4} p_1 q_1 \operatorname{cotg}^2 \frac{1}{2} \varepsilon_0\right) t^2 \quad \psi q_1 t \operatorname{cotg} \varepsilon_0 \quad \frac{p_1 \Delta \varepsilon}{\sin^2 \varepsilon_0} t .$$

Der vorhin gemachten Voraussetzung gemäß sollen hier bei ψ und $\Delta\varepsilon$ nur diejenigen Glieder berücksichtigt werden, welche die Zeit oder deren Quadrat mit konstanten Koeffizienten multipliziert enthalten. Da die niedrigste Potenz von t in ψ die erste und in $\Delta\varepsilon$ die zweite ist, so ist b_2 in Bezug auf t mindestens vom zweiten Grade. Differenziert man also die Gleichung für $E\Upsilon - E\Upsilon_1$ nach t und setzt dann $t = 0$, so ergibt sich, wenn noch zur Abkürzung

$$\left[\frac{d(E\Upsilon - E\Upsilon_1)}{dt}\right]_{t=0} = l$$

geschrieben wird,

$$l = -\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=0} - p_1 \operatorname{cotg} \varepsilon_0 . \tag{77}$$

Hierin ist

$$\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=0} = \left(\frac{d\psi_{☾}}{dt}\right)_{t=0} + \left(\frac{d\psi_{\odot}}{dt}\right)_{t=0} . \tag{77¹}$$

Da von allen periodischen Gliedern abgesehen werden soll, so hat man nach (75)

$$\left(\frac{d\psi_{☾}}{dt}\right)_{t=0} = -3438''.8 . \tag{77²}$$

Der Wert von l läßt sich nur durch Beobachtungen ermitteln; Newcomb findet für den auf das julianische Jahrhundert als Zeiteinheit bezogenen Wert von l

$$l = 5024''.64.$$

---

[1] Dort ist noch nicht angegeben, daß AA_0 (Fig. 5, p. 13) die Lage des Äquators zur Zeit $t = 0$ mit Vernachlässigung der periodischen Glieder bedeuten soll; diese Definition wird erst jetzt verständlich.

Aus den Gleichungen (77), (77^1) und (77^2) folgt somit

$$-\left(\frac{d\psi_{\mathbb{C}}}{dt}\right)_{t=0} = 1585''84 + p_1 \operatorname{cotg} \varepsilon_0 = 1598''15$$

Die Gleichung (72) gibt aber, wenn die periodischen Glieder vernachlässigt werden und das konstante Glied durch *arc* 1″ dividiert wird,

$$-\left(\frac{d\psi_\odot}{dt}\right)_{t=0} = \frac{3k^2M_\odot}{\Delta^3}\,\frac{C-A}{Cn}\,94648''.$$

Aus den beiden letzten Gleichungen ergibt sich

$$\log\frac{3k^2M_\odot}{\Delta^3}\,\frac{C-A}{Cn} = 8.22751\,.$$

Dieser Logarithmus ist nun zu allen in den Klammerausdrücken auf der rechten Seite der Differentialgleichungen (72) und (74) gegebenen logarithmischen Koeffizienten zu addieren. Darauf erhält man durch Integration

$$(78)\qquad \begin{aligned}\psi_\odot = {} & 1598''15\,t \\ & + 0.128 \sin g' \\ & + 0.002 \sin 2g' \\ & - 1.270 \sin 2L \\ & - 0.050 \sin (2L + g') \\ & + 0.021 \sin (2L - g')\end{aligned}$$

$$(79)\qquad \begin{aligned}\Delta\varepsilon_\odot = {} & + 0''0207\,t^2 \\ & + 0.551 \cos 2L \\ & + 0.022 \cos (2L + g') \\ & - 0.009 \cos (2L - g')\end{aligned}$$

Jetzt erübrigt nur mehr die Berechnung der in (70) mit $\delta\dfrac{d\psi_{\mathbb{C}}}{dt}, \ldots$ bezeichneten Zusatzglieder beziehungsweise der ihnen entsprechenden Korrektionsglieder der Integrale (75), (76), (78) und (79); dazu aber bedarf man der Kenntnis genäherter Werte von ψ und $\Delta\varepsilon$. Die Summe aus den Gleichungen (75) und (78) stellt einen Näherungswert von ψ dar, die Summe aus (76) und (79) einen Näherungswert von $\Delta\varepsilon$. Berücksichtigt man nur die Hauptglieder, so folgt

$$\psi = -5036''95\,t + 17''23 \sin \Omega + 1''27 \sin 2L$$

$$\Delta\varepsilon = 0''065\,t^2 + 9''21 \cos \Omega\,.$$

Mit Hilfe dieser Werte ergibt sich aus den Gleichungen (43) bis (46), wenn statt der in Bogensekunden ausgedrückten Koeffizienten ihre Logarithmen gesetzt werden,

$$\frac{\sin a \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = 1.12764t + 0_n37786t^2 + 7.992t \sin \Omega + 7_n140t \cos \Omega + 6.86t \sin 2L$$

$$\frac{\sin a \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = 1.49019t + 0_n73889t^2 + 8.3547\,t \sin \Omega + 7_n843t \cos \Omega + 7.224t \sin 2L$$

(80^1)

$$\frac{\cos a \sin 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} = {}^{*}\frac{\sin 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} + 2_n20610\,t + 9_n539\,t^2 + 0_n8653 \cos \Omega + 7.185t \sin \Omega + 8.5037t \cos \Omega$$

$$\frac{\cos a \cos 2\varepsilon}{\sin \varepsilon'} = {}^{*}\frac{\cos 2\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} + 7.489 + 2.23519t + 9_n415t^2 + 1_n84660 \cos \Omega + 7.489 \cos 2\,\Omega +$$

$$+ 7_n214t \sin \Omega + 7_n523t \cos \Omega$$

$$
(80^2)\quad
\begin{aligned}
\cos a \sin \varepsilon &= {}^{*}\sin \varepsilon_0 + 1_n63313\,t + 8_n021\,t^2 + 0.9270 \cos \Omega + 6.61\,t \sin \Omega + 6.92\,t \cos \Omega \\
\cos a \cos \varepsilon &= {}^{*}\cos \varepsilon_0 + 1.27058\,t + 7_n095\,t^2 + 0_n5644 \cos \Omega + 6_n25\,t \sin \Omega + 7.283\,t \cos \Omega \\
\sin a \sin 2\varepsilon &= {}^{*}a_1 \sin 2\varepsilon_0 + 0_n24116\,t^2 + 7.856\,t \sin \Omega + 6_n28\,t \cos \Omega + 6.72\,t \sin 2L \\
\sin a \cos 2\varepsilon &= 0.96211\,t + 0_n20986\,t^2 + 7.827\,t \sin \Omega + 7_n260\,t \cos \Omega + 6.70\,t \sin 2L.
\end{aligned}
$$

Die vorigen acht Gleichungen sind mit den nach Maßgabe von (33^1) und (33^2) ihnen entsprechenden Gleichungen (61^1) bis (61^4) beziehungsweise (65^1) und (65^2) zu multiplizieren. Wie aber die Gleichungen (66) bis (69) zeigen, ist die Multiplikation mit den in den Gleichungen (80) mit einem Sternchen versehenen Gliedern bereits ausgeführt worden; es sind also nur noch diejenigen Produkte in Rechnung zu ziehen, welche bei Berücksichtigung der übrigen Glieder der Gleichungen (80) entstehen. Außerdem soll auch die Multiplikation des Gliedes $3_n723\,t$ der Gleichung (65^2) mit der 3ten und 7ten der Gleichungen (80) nachgeholt werden.[1] Der größte Teil der bisher vernachlässigten Produkte ist ohne Einfluß auf das Endresultat; die allein zu berücksichtigenden liefern für die in den Gleichungen (70) mit $\delta \frac{d\psi_c}{dt}, \ldots$ bezeichneten Zusatzglieder die folgenden Ausdrücke, in denen statt der in Bogensekunden ausgedrückten Koeffizienten ihre Logarithmen mitgeteilt sind.

$$
(81)\quad -\delta \frac{d\psi_c}{dt} = \frac{3k^2 M_c}{H^3}\,\frac{C-A}{Cn}\Big[1_n60082\,t + 8_n934\,t^2 + 0_n2591 \cos \Omega + 0_n198 \cos 2\Omega + {} + 0.8876\,t \cos \Omega + 0_n1420\,t \sin \Omega\Big]
$$

$$
(82)\quad -\delta \frac{d\psi_\odot}{dt} = \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3}\,\frac{C-A}{Cn}\Big[1_n60638\,t + 8_n937\,t^2 + 0_n2634 \cos \Omega\Big]
$$

$$
(83)\quad \delta \frac{d\varepsilon'_c}{dt} = \frac{3k^2 M_c}{H^3}\,\frac{C-A}{Cn}\Big[9_n6359\,t^2 + 9.6140\,t \cos \Omega + 9.9235\,t \sin \Omega\Big]
$$

$$
(84)\quad \delta \frac{d'\varepsilon_\odot}{dt} = \frac{3k^2 M_\cdot}{\Delta^3}\,\frac{C-A}{Cn}\,9_n6393\,t^2.
$$

Setzt man $\Omega = \Omega_0 + \sigma t$, wo σ die mittlere Bewegung des Mondknotens in der Zeiteinheit bezeichnet und bedeutet m einen konstanten Koeffizienten, so ist

$$
m\int t \cos \Omega = \frac{mt}{\sigma} \sin \Omega + \frac{m}{\sigma^2} \cos \Omega
$$

$$
m\int t \sin \Omega = -\frac{mt}{\sigma} \cos \Omega + \frac{m}{\sigma^2} \sin \Omega.
$$

Die den logarithmischen Koeffizienten der Differentialgleichungen (81) bis (84) entsprechenden Numeri geben Bogensekunden an; um also auch bei der Anwendung der zwei vorigen Integralformeln die Koeffizienten in Bogensekunden zu erhalten, ist für σ sein in Teilen des Radius ausgedrückter Wert zu substituieren. Dieselbe Bemerkung gilt für die in (81) bis (83) mit $\cos \Omega$ und $\cos 2\Omega$ multiplizierten Glieder. Nach Hansen hat man aber

$$
\sigma = -\frac{0.00016366}{\text{arc } 1''}, \quad \log \sigma = 1_n5284.
$$

---

[1] Siehe p. 33, Z. 7 v. u. Bei der Multiplikation dieses Gliedes mit $\sin 2\varepsilon_0 : \sin \varepsilon_0$ ist letzterer Quotient in Bogensekunden auszudrücken.

Wird jetzt noch von den früher für $\log \frac{3k^2 M_{☾}}{H^3} \frac{C-A}{Cn}$ und $\log \frac{3k^2 M_{\odot}}{\Delta^3} \frac{C-A}{Cn}$ gefundenen Werten Gebrauch gemacht, so erhält man als Integrale der Differentialgleichungen (81) bis (84)

$$(85)\quad -\delta\psi_{☾} = -0''7303\, t^2 - 0''0011\, t^3 + 0''002 \sin \Omega + 0''001 \sin 2\Omega - 0''008\, t \sin \Omega - 0''002\, t \cos \Omega$$

$$(86)\quad -\delta\psi_{\odot} = -0{\cdot}3411\, t^2 - 0{\cdot}0005\, t^3 + 0{\cdot}001 \sin \Omega$$

$$(87)\quad \delta\Delta\varepsilon_{☾} = -0{\cdot}0053\, t^3 + 0{\cdot}001\, t \cos \Omega$$

$$(88)\quad \delta\Delta\varepsilon_{\odot} = -0{\cdot}0025\, t^3.$$

Die Summen aus den Gleichungen (75), (78), (85), (86) einerseits und den Gleichungen (76), (79), (87), (88) andrerseits stellen die vollständigen Integrale der Differentialgleichungen (33) dar. Läßt man alle Glieder unberücksichtigt, deren Koeffizienten kleiner als 0''002 sind, mit Ausnahme des von $t \cos \Omega$ abhängigen, so erhält man

$$
\begin{aligned}
(89)\quad -\psi = {} & 5036''95\,t - 1''071\,t^2 - 0''002\,t^3 - \\
& - 17.224 \sin \Omega \\
& - 0.008\, t \sin \Omega \\
& - 0.002\, t \cos \Omega \\
& - 1.271 \sin 2L \\
& + 0.208 \sin 2\Omega \\
& - 0.204 \sin 2c \\
& + 0.128 \sin g' \\
& + 0.068 \sin g \\
& - 0.050 \sin [2L+g'] \\
& - 0.034 \sin [2c-\Omega] \\
& - 0.026 \sin [2c+g] \\
& + 0.021 \sin [2L-g'] \\
& + 0.015 \sin [2D-g] \\
& + 0.012 \sin [2L-\Omega] \\
& + 0.011 \sin [2c-g] \\
& + 0.006 \sin 2D \\
& + 0.006 \sin [\Omega+g] \\
& - 0.006 \sin [\Omega-g] \\
& + 0{\cdot}005 \sin [2\omega+\Omega] \\
& - 0.005 \sin [2c+2D-g] \\
& - 0.005 \sin [2D-2g] \\
& - 0.004 \sin [2c+g-\Omega] \\
& - 0.003 \sin [2c+2D] \\
& + 0.003 \sin 2g \\
& - 0.003 \sin [2c+2g] \\
& + 0.003 \sin [2L+g] \\
& + 0.002 \sin [2c-2\Omega] \\
& + 0.002 \sin [2c-g-\Omega] \\
& + 0.002 \sin 2g'
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
(90)\quad \varepsilon' = {} & \varepsilon_0 + 0''065\,t^2 - 0''008\,t^3 + \\
& + 9.210 \cos \Omega \\
& + 0.001\, t \cos \Omega \\
& + 0.552 \cos 2L \\
& - 0.090 \cos 2\Omega \\
& + 0.088 \cos 2c \\
& + 0.022 \cos [2L+g'] \\
& + 0.018 \cos [2c-\Omega] \\
& + 0.011 \cos [2c+g] \\
& - 0.009 \cos [2L-g'] \\
& - 0.007 \cos [2L-\Omega] \\
& - 0.005 \cos [2c-g] \\
& - 0.003 \cos [\Omega+g] \\
& + 0.003 \cos [\Omega-g] \\
& - 0.003 \cos [2\omega+\Omega] \\
& + 0.002 \cos [2c+2D-g] \\
& + 0.002 \cos [2c+g-\Omega]
\end{aligned}
$$

Die Gleichungen (89) und (90) bestimmen direkt nur die Lage des Äquators mit Bezug auf die Ekliptik der Epoche 1850·0; sie ermöglichen es aber, auch diejenigen Formeln abzuleiten, welche für

irgend eine Zeit die Lage des Äquators gegen die jeweilige Ebene der Ekliptik festlegen. Trägt man nämlich auf der beweglichen Ekliptik EE_1 (Fig. 7, p. 37) von E aus in der Richtung nach E_1 hin den Bogen $Em = E\Upsilon$ ab, so gibt der Abstand des beweglichen Äquinox Υ_1 von m an, um wie viel sich der Frühlings-Tag- und Nachtgleichepunkt innerhalb der Zeit t auf der beweglichen Ekliptik verschoben hat; der Abstand $\Upsilon_1 m$ in Verbindung mit dem Winkel $E_1 \Upsilon_1 A = \varepsilon$ bestimmt die Lage des Äquators gegen die bewegliche Ekliptik. Es ist aber $\Upsilon_1 m = E\Upsilon - E\Upsilon_1$, und die Differenz $E\Upsilon - E\Upsilon_1$ ist, wie schon oben (p. 37) bemerkt, gleich $180° - \Pi - b$. Ferner hat man den Gleichungen (40) und (39) zufolge, wenn b_3 mitgenommen wird und für $p_1, p_2, q_1, q_2, \varepsilon_0$ ihre Zahlenwerte eingesetzt werden,

$$b = 180° - \Pi + \psi + 12''31\,t + 0''453\,t^2 + [6.71873-10]\,t\psi + \tag{91}$$

$$+ [6_n2132-10]\,t\Delta\varepsilon + [3_n5185-10]\,t^2\psi + [5_n4747-10]\,t\psi^2,$$

wo die in Klammern stehenden Zahlen Logarithmen bedeuten, deren Numeri in Teilen des Radius ausgedrückt sind. Wenn man jetzt noch in den vier letzten Gliedern der vorigen Gleichung an Stelle von ψ und $\Delta\varepsilon = \varepsilon' - \varepsilon_0$ ihre Werte aus (89) und (90) setzt, so ergibt sich für den Abstand $\Upsilon_1 m$, der mit Λ bezeichnet werden möge,

$$\Lambda = -\psi - 12''31\,t + 2''183\,t^2 + 0''001\,t^3 - 0''009\,t\sin\Omega + 0''002\,t\cos\Omega.$$

Der Winkel ε ist durch die Gleichung (41) gegeben, und zwar hat man, wenn für p_1, p_2, q_1, q_2, ψ ihre Werte eingeführt werden,

$$\varepsilon = \varepsilon' - 46''838\,t - 0''074\,t^2 + 0''009\,t^3,$$

wo für ε' sein Wert aus (90) zu substituieren ist. Führt man diese Substitution aus und setzt auch in der vorigen Gleichung für Λ an Stelle von $-\psi$ seinen durch (89) bestimmten Wert ein, so ergibt sich

$$\begin{aligned} \Lambda = 5024''64\,t &+ 1''112\,t^2 - 0''001\,t^3 \\ &- 17.224 \sin\Omega \\ &- 0.017\,t \sin\Omega \\ &- 1.271 \sin 2L \\ &+ 0.208 \sin 2\Omega \\ &- 0.204 \sin 2c \\ &+ 0.128 \sin g' \\ &+ 0.068 \sin g \\ &- 0.050 \sin [2L+g'] \\ &- 0.034 \sin [2c-\Omega] \\ &- 0.026 \sin [2c+g] \\ &+ 0.021 \sin [2L-g'] \\ &+ 0.015 \sin [2D-g] \\ &+ 0.012 \sin [2L-\Omega] \\ &+ 0.011 \sin [2c-g] \\ &+ 0.006 \sin 2D \\ &+ 0.006 \sin [\Omega+g] \\ &- 0.006 \sin [\Omega-g] \\ &+ 0.005 \sin [2\omega+\Omega] \end{aligned} \tag{92}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon = \varepsilon_0 - 46''838\,t &- 0''009\,t^2 + 0''001\,t^3 + \\ &+ 9.210 \cos\Omega \\ &+ 0.001\,t \cos\Omega \\ &+ 0.552 \cos 2L \\ &- 0.090 \cos 2\Omega \\ &+ 0.088 \cos 2c \\ &+ 0.022 \cos [2L+g'] \\ &+ 0.018 \cos [2c-\Omega] \\ &+ 0.011 \cos [2c+g] \\ &- 0.009 \cos [2L-g'] \\ &- 0.007 \cos [2L-\Omega] \\ &- 0.005 \cos [2c-g] \\ &- 0.003 \cos [\Omega+g] \\ &+ 0.003 \cos [\Omega-g] \\ &- 0.003 \cos [2\omega+\Omega] \\ &+ 0.002 \cos [2c+2D-g] \\ &+ 0.002 \cos [2c+g-\Omega] \end{aligned} \tag{93}$$

folgende Seite)

$$— 0''005 \sin [2c + 2D—g]$$
$$— 0.005 \sin [2D—2g]$$
$$\cdot\ 0.004 \sin [2c + g—\Omega]$$
$$— 0.003 \sin [2c + 2D]$$
$$+ 0.003 \sin 2g$$
$$— 0.003 \sin [2c + 2g]$$
$$+ 0.003 \sin [2L + g]$$
$$+ 0.002 \sin [2c — 2\Omega]$$
$$+ 0.002 \sin [2c—g—\Omega]$$
$$+ 0.002 \sin 2g'$$

Für die Reduktion der Beobachtungen ist auch die Kenntnis des in Fig 5. (p. 13 [401]) mit $N\Upsilon_1 = a$ bezeichneten Bogens von Wichtigkeit. Der Wert von a ist durch die Gleichungen (38) und (40) bestimmt; unter Berücksichtigung von a_3 und mit Benutzung der Zahlenwerte von p_1, p_2, q_1, q_2 und ε_0 erhält man

$$(94) \qquad a = 13''417t + 0''493t^2 + [6.75619—10]\, t\psi + \\ + [6_n1758—10]\, t\Delta\varepsilon + [3_n5873—10]\, t^2\psi + [5_n5122—10]\, t\psi^2$$

wo die in Klammern gesetzten Zahlen Logarithmen bedeuten, deren Numeri in Teilen des Radius ausgedrückt sind. Werden in (94) für ψ und $\Delta\varepsilon = \varepsilon'—\varepsilon_0$ ihre Werte aus (89) und (90) substituiert, so ergibt sich

$$(95) \qquad a = 13''417\, t —2''380\, t^2 —0''001\, t^3 + 0''010\, t \sin\Omega —0''001\, t \cos\Omega .$$

9. Die Gleichungen (89), (90), (92), (93) und (95) bestehen aus Gliedern, welche teils periodisch sind, teils die Potenzen der Zeit mit konstanten Faktoren multipliziert enthalten. Werden die Aggregate der säkularen Glieder in (89), (90), (92), (93), 95), beziehungsweise mit $(—\psi)$, (ε'), (Λ), (ε), (a) bezeichnet, so hat man

$$(96) \qquad \begin{aligned} (\ \ \psi) &= 5036''95\, t \quad 1''071\, t^2 —0''002\, t^3 \\ (\varepsilon') &= \varepsilon_0 + 0''065\, t^2 —0''008\, t^3 \\ (\Lambda) &= 5024''64\, t + 1''112\, t^2 —0''001\, t^3 \\ (\varepsilon) &= \varepsilon_0 —46''838\, t —0''009\, t^2 + 0''001\, t^3 \\ (a) &= 13''417\, t —2''380\, t^2 —0''001\, t^3. \end{aligned}$$

Man nennt $(—\psi)$ die Lunisolarpräzession in Länge, $(\varepsilon')—\varepsilon_0$ die Lunisolarpräzession in Schiefe, (Λ) die allgemeine Präzession in Länge, (ε) die mittlere Schiefe der Ekliptik zur Zeit $1850 + t$, (a) die Präzession durch die Planeten. Die periodischen Glieder der Gleichungen (89), (90),......(95) bezeichnet man als Nutationsglieder.

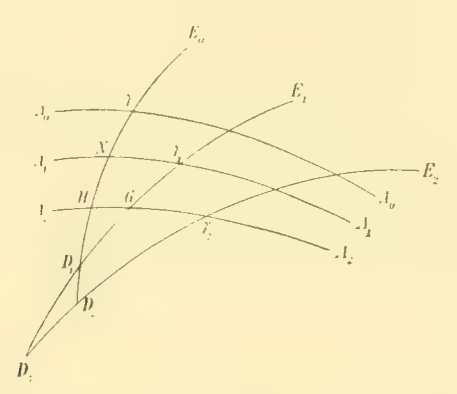
An dieser Stelle mögen auch die aus (37) und (37[a]) für π und Π folgenden Formeln angegeben werden. Berechnet man nämlich mit Hilfe der genannten Gleichungen für drei verschiedene Werte von t, zum Beispiel für $t = —1, + 1, + 2$ die zugehörigen Werte von π und Π, so lassen sich diese durch die Formeln darstellen

$$(97) \qquad \begin{aligned} \pi &= 47''142\, t \ -0''034\, t^2 \\ \Pi &= 173^\circ\ 29'\ 40''7—869''0\, t —0''07\, t^2. \end{aligned}$$

Hier wird also π negativ gerechnet, wenn t negativ ist.

Bisher ist die Ekliptik der Epoche 1850.0 zur Fundamentalebene gewählt und t von 1850.0 an gezählt worden. Es sollen nun die Formeln abgeleitet werden, welche an Stelle von (96) und (97) anzuwenden sind, wenn die für eine andere Epoche gültige Ekliptik als Fundamentalebene angenommen wird und man die Zeit von dieser neuen Epoche aus zählt. Um zunächst die Formel für die allgemeine Präzession zu erhalten, gehe man von Fig. 8 aus, worin die größten Kreise $A_0\,A_0$, $A_1\,A_1$, A_2A_2 die Lage des

Fig. 8.



mittleren Äquators zu den Zeiten 1850.0, 1850 + t_1, 1850 + t_2 darstellen sollen, während D_2E_0, D_3E_1, D_3E_2 die für die eben angegebenen Epochen gültige Ekliptik bezeichnen. Es ist dann $D_1\Upsilon - D_1\Upsilon_1$ die aus der dritten der Formeln (96) für $t = t_1$ folgende allgemeine Präzession bezogen auf die Ekliptik von 1850 und $D_3\Upsilon_1 - D_3\Upsilon_2$ die zu suchende allgemeine Präzession für das Zeitintervall $t_2 - t_1$ bezogen auf die Ekliptik zur Zeit 1850 + t_1. Man hat aber

$$D_3\Upsilon_1 - D_3\Upsilon_2 = D_3\,D_1 + D_1\Upsilon_1 - D_3D_2 - D_2\Upsilon_2\,.$$

Nun ergibt sich aus den Formeln (97), daß selbst, wenn die Ekliptik $D_2\,E_2$ dem Jahre 1950 entspricht, also $t = 1$ ist, der Winkel π zwischen $D_2\,E_2$ und $D_2\,E_0$ nur 47″ beträgt und der Bogen $D_1\,D_2 = 869{:}0$ ist; unter diesen Umständen kann man $D_3\,D_2 + D_2D_1 = D_3\,D_1$, also

$$D_3\,D_1 - D_3\,D_2 = D_2\,D_1 = D_2\Upsilon - D_1\Upsilon$$

setzen. Somit wird

$$D_3\Upsilon_1 - D_3\Upsilon_2 = D_2\Upsilon - D_2\Upsilon_2 - (D_1\Upsilon - D_1\Upsilon_1)\,.$$

Die Differenzen $D_2\Upsilon - D_2\Upsilon_2$ und $D_1\Upsilon - D_1\Upsilon_1$ sind aber mit den aus der dritten der Formeln (96) für $t = t_2 = t_1 + (t_2 - t_1)$, beziehungsweise $t = t_1$ folgenden Werten von (Λ) identisch. Bezeichnet man den für (Λ) gegebenen Ausdruck mit $f\,(t)$, so daß also

$$f\,(t) = 5024''64\; t + 1''112\; t^2 - 0\cdot 001$$

wird, und setzt

$$t_2 - t_1 = \tau,$$

so erhält man

$$D_3\Upsilon_1 - D_3\Upsilon_2 = f(t_1 + \tau) - f\,(t_1)\,.$$

Zur Abkürzung werde nun $D_3\Upsilon_1 - D_3\Upsilon_2 = (\Lambda)_\tau$ gesetzt; der Taylor'sche Satz gibt dann

$$(98)\qquad \begin{aligned}(\Lambda)_\tau = {} & (5024''64 + 2''224\; t_1 - 0''003\; t_1^2)\tau \\ & + (1''112 - 0''003\; t_1)\,\tau^2 - 0''001\; \tau^3.\end{aligned}$$

Für den Winkel (ε), den die irgend einer Epoche $1850 + t$ entsprechende Ekliptik mit dem für dieselbe Epoche gültigen mittleren Äquator bildet, wurde in (96) die Formel erhalten

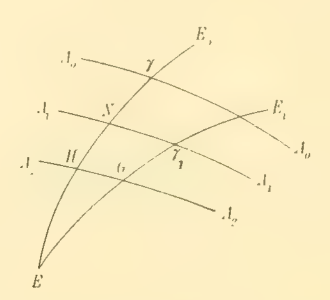
$$(\varepsilon) = \varepsilon_0 - 46''838\, t - 0''009\, t^2 + 0''001\, t^3.$$

Wird der auf der rechten Seite dieser Gleichung stehende Ausdruck mit $F(t)$ und der für die Epoche $1850 + t_2 = 1850 + t_1 + \tau$ gültige Wert von (ε) mit $(\varepsilon)_\tau$ bezeichnet, so hat man $(\varepsilon)_\tau = F(t_1 + \tau)$, also nach dem Taylor'schen Satz

$$(99) \qquad \begin{aligned}(\varepsilon)_\tau = \varepsilon_0 & - 46''838\, t_1 - 0''009\, t_1^2 + 0''001\, t_1^3 \\ & -(46''838 + 0''018\, t_1 - 0''003\, t_1^2)\, \tau \\ & -(0''009 - 0''003\, t_1)\, \tau^2 + 0''001\, \tau^3.\end{aligned}$$

Es mögen $A_0 A_0$, $A_1 A_1$, $A_2 A_2$ in Fig 9 dieselbe Bedeutung wie in Fig. 8 haben und EE_0, EE_1 die Lage der Ekliptik zu den Zeiten 1850.0 und $1850 + t_1$ darstellen. Um nun den Bogen $\Upsilon_1 G$, also die

Fig. 9.



Lunisolarpräzession in Länge für das Zeitintervall $t_2 - t_1$ bezogen auf die Ekliptik zur Zeit $1850 + t_1$ zu erhalten, gehe man von der Gleichung $\Upsilon_1 G = E\Upsilon_1 - EG$ aus. Der Bogen $E\Upsilon_1$, der früher mit b bezeichnet wurde, ergibt sich aus der Formel (91), indem man $t = t_1$ setzt und auch für ψ und $\Delta\varepsilon = (\varepsilon') - \varepsilon_0$ ihre aus den zwei ersten der Gleichungen (96) für $t = t_1$ folgenden Werte substituiert. Ebendieselbe Formel dient auch zur Berechnung von EG. Setzt man nämlich $HG = a^{(2)}$, $EG = b^{(2)}$, so ergeben sich aus den Gleichungen (34) die entsprechenden für $\operatorname{tang}\frac{1}{2}(b^{(2)} + a^{(2)})$ und $\operatorname{tang}\frac{1}{2}(b^{(2)} - a^{(2)})$, indem man auf der rechten Seite von (34) den Größen ε' und ψ ihre für $t = t_2$ gültigen Werte $E_0 HG$ und ΥH beilegt, dagegen die zur Bestimmung der Lage von EE_1 zu EE_0 dienenden Winkel π und Π ungeändert läßt. Der Bogen $EG = b^{(2)}$ folgt demnach unmittelbar aus (91), indem man das in dieser Gleichung explicite vorkommende, von der Entwicklung der Größen $\pi \sin \Pi$ und $\pi \cos \Pi$ herrührende $t = t_1$ setzt, aber für ψ und $\Delta\varepsilon$ ihre aus den beiden ersten der Gleichungen (96) folgenden, für $t = t_2$ gültigen Werte substituiert. Wenn also der aus (91) durch die Substitution $t = t_1$ erhaltene Wert von b mit $\varphi(t)$ bezeichnet wird und demnach

$$\begin{aligned}\varphi(t) = 180° - \Pi + \psi + 12''31\, t_1 + 0''453\, t_1^2 + [6.71873-10]\, t_1 \psi + \\ + [6_n 2132-10]\, t_1 \Delta\varepsilon + [3_n 5185-10]\, t_1^2 \psi + [5_n 4747-10]\, t_1 \psi^2\end{aligned}$$

ist, wo ψ und $\Delta\varepsilon$ Funktionen von t sind, so hat man $EG = \varphi(t_2) = \varphi(t_1 + \tau)$ und $E\Upsilon_1 = \varphi(t_1)$; folglich ergibt sich $\Upsilon_1 G = \varphi(t_1) - \varphi(t_1 + \tau)$. Bezeichnet man nun $\Upsilon_1 G$ mit $(-\psi)_\tau$, und bedeuten $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1$, $\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)_1$, .. die für $t = t_1$ gültigen Werte der Differentialquotienten von $\varphi(t)$, so wird

$$(-\psi)_\tau = -\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 \tau - \frac{1}{2}\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)_1 \tau^2 - \frac{1}{6}\left(\frac{d^3\varphi}{dt^3}\right)_1 \tau^3.$$

Aus der Gleichung für $\varphi(t)$ folgt aber mit Vernachlässigung sehr kleiner Glieder

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 = \{1 + [6.71873]\,t_1 + [3_n5185]\,t_1^2\}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1 + [5_n7757]\,t_1\,\psi_1\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1$$

$$\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)_1 = (1 + [6.719]\,t_1)\left(\frac{d^2\psi}{dt^2}\right)_1 + [5_n776]\,t_1\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1^2$$

$$\left(\frac{d^3\varphi}{dt^3}\right)_1 = \left(\frac{d^3\psi}{dt^3}\right)_1,$$

wo die für $t = t_1$ gültigen Werte von ψ und seiner Differentialquotienten mittels der ersten der Gleichungen (96) zu berechnen sind. Durch Substitution der Werte der Differentialquotienten von φ in die Gleichung für $(-\psi)_\tau$ erhält man schließlich

$$(100) \qquad (-\psi)_\tau = (5036''95 + 0''494\,t_1 - 0''001\,t_1^2)\,\tau$$
$$- (1''071 + 0''003\,t_1)\,\tau^2 - 0''002\,\tau^3.$$

Die Differenz $A_2GE - A_1\Upsilon_1E$ (Fig. 9) stellt die lunisolare Präzession der Schiefe der Ekliptik in der Zeit $t_2 - t_1$ bezogen auf die der Epoche $1850 + t_1$ entsprechende Ekliptik dar. Um den Winkel $A_1\Upsilon_1E$ zu erhalten, hat man in der Gleichung (41) $t = t_1$ zu setzen und auch für ψ und ε' ihre aus den beiden ersten der Gleichungen (96) für $t = t_1$ folgenden Werte zu substituieren. Mit Hülfe einer ganz ähnlichen Schlußweise, wie sie vorhin bei der Berechnung des Bogens EG aus der Gleichung (91) angewandt wurde, ergibt sich ferner, daß man den Winkel A_2GE aus (41) erhält, wenn das in dieser letzteren Gleichung explicite vorkommende $t = t_1$ gesetzt wird und für ψ und ε' ihre aus den zwei ersten der Gleichungen (96) für $t = t_2$ sich ergebenden Werte eingeführt werden. Setzt man also

$$\varepsilon' + q_1\,t_1 + q_2\,t_1^2 + p_1\,t_1\,\psi + p_2\,t_1^2\,\psi - \frac{1}{2}\,q_1\,t_1\,\psi^2 = \chi(t),$$

wo ε' und ψ Funktionen von t sind, so ist $A_2GE - A_1\Upsilon_1E = \chi\,(t_1 + \tau) - \chi(t_1)$. Man setze nun

$$A_2GE - A_1\Upsilon_1E = (\Delta\varepsilon)_\tau$$

und kennzeichne die für $t = t_1$ gültigen Werte der Differentialquotienten von χ durch den angehängten Index 1; es wird dann

$$(\Delta\varepsilon)_\tau = \left(\frac{d\chi}{dt}\right)_1\tau + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2\chi}{dt^2}\right)_1\tau^2 + \frac{1}{6}\left(\frac{d^3\chi}{dt^3}\right)_1\tau^3.$$

Aus der Gleichung für $\chi(t)$ folgt aber mit Übergehung unbedeutender Glieder

$$\left(\frac{d\chi}{dt}\right)_1 = \left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)_1 + (p_1\,t_1 + p_2\,t_1^2)\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1 - q_1\,t_1\,\psi_1\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1$$

$$\left(\frac{d^2\chi}{dt^2}\right)_1 = \left(\frac{d^2\varepsilon'}{dt^2}\right)_1 - q_1\,t_1\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1^2$$

$$\left(\frac{d^3\chi}{dt^3}\right)_1 = \left(\frac{d^3\varepsilon'}{dt^3}\right)_1.$$

Die Differentialquotienten von ψ und ε' sind durch die zwei ersten Gleichungen (96) bestimmt; mit Rücksicht auf eine später abzuleitende Formel soll aber an Stelle der zweiten der Gleichungen (96) die aus (76), (79), (87) und (88) mit Berücksichtigung der vierten Dezimale folgende

$$(\varepsilon') = \varepsilon_0 + 0''0652\, t^2 - 0''0078\, t^3$$

angewandt werden. Man erhält dann

(101) $$(\Delta\varepsilon)_\tau = (0''0652 - 0''0094\, t_1)\, \tau^2 - 0''0078\, \tau^3.$$

Da $(\Delta\varepsilon)_\tau$ der Definition nach gleich $A_2GE - A_1\Upsilon_1E$ ist und $A_1\Upsilon_1E$ den aus der vierten der Gleichungen 96) für $t = t_1$ folgenden Wert von (ε) bedeutet, so ergibt sich, wenn der Winkel A_2GE mit $(\varepsilon')_\tau$ bezeichnet wird,

(102) $$(\varepsilon')_\tau = \varepsilon_0 - 46''838\, t_1 - 0''009\, t_1^2 + 0''001\, t_1^3$$
$$+ (0''065 - 0''009\, t_1)\, \tau^2 - 0''008\, \tau^3.$$

Der Bogen $G\Upsilon_2 = H\Upsilon_2 - HG$ (Fig. 8) stellt die Präzession durch die Planeten in dem Zeitintervall $t_2 - t_1$ bezogen auf den Äquator zur Zeit $1850 + t_2$ dar. $H\Upsilon_2$ folgt aus (94), wenn das in dieser Gleichung explicite auftretende $t = t_2$ gesetzt wird, und auch für ψ und $\Delta\varepsilon = (\varepsilon') - \varepsilon_0$ ihre aus den zwei ersten der Gleichungen (96) für $t = t_2$ folgenden Werte ψ_2 und $\Delta\varepsilon_2$ substituiert werden. Um HG zu erhalten, hat man in (94) wiederum $\psi = \psi_2$, $\Delta\varepsilon = \Delta\varepsilon_2$, dagegen das explicite vorkommende $t = t_1$ zu setzen. Wenn also der aus (94) für $\psi = \psi_2$, $\Delta\varepsilon = \Delta\varepsilon_2$ folgende Wert von a mit $F(t)$ bezeichnet wird, und demnach

$$F(t) = 13''417\, t + 0''493\, t^2 + [6.75619 - 10]\, t\psi_2 + [6_n1758 - 10]\, t\,\Delta\varepsilon_2 +$$
$$+ [3_n5873 - 10]\, t^2\psi_2 + [5_n5122 - 10]\, t\psi^2$$

ist, so folgt

$$G\Upsilon_2 = F(t_1 + \tau) - F(t_1) = \left(\frac{dF}{dt}\right)_1 \tau + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2F}{dt^2}\right)_1 \tau^2.$$

Hiebei genügt es

$$\left(\frac{dF}{dt}\right)_1 = 13''417 + 0''986\, t_1 + [6.75619]\, \psi_2 +$$
$$+ [3_n8883]\, t_1\, \psi_2 + [5_n5122]\, \psi_2^2$$
$$\left(\frac{d^2F}{dt^2}\right)_1 = 0''986 + [3_n8883]\, \psi_2$$

zu setzen. Ferner hat man

$$\psi_2 = \psi_1 + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_1 \tau + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2\psi}{dt^2}\right)_1 \tau^2 + \frac{1}{6}\left(\frac{d^3\psi}{dt^3}\right)_1 \tau^3,$$

also mit Berücksichtigung der ersten der Gleichungen (96) und mit Vernachlässigung sehr kleiner Glieder

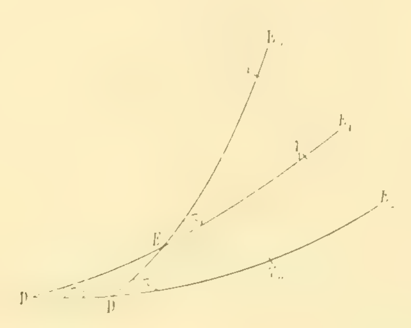
$$\psi_2 = -5036''95\, t_1 + 1''071\, t_1^2 - 5036''95\, \tau + 2''142\, t_1\, \tau + 1''071\, \tau^2$$
$$\psi_2^2 = +123''0\, t_1^2 + 246''0\, t_1\, \tau + 123''0\, \tau^2.$$

Wird der Bogen $G\Upsilon_2$ mit $(a)_\tau$ bezeichnet, so erhält man schließlich

(103) $$(a)_\tau = (13''417 - 1''887\, t_1)\,\tau - (2''380 + 0''001\, t_1)\, \tau^2 - 0''001\, \tau^3.$$

In Fig. 10 werde die Lage der Ekliptik zu den Zeiten 1850, $1850+t_1$, $1850+t_2$ durch die größten Kreise D_2E_0, D_3E_1, D_3E_2 dargestellt; $\Upsilon, \Upsilon_1, \Upsilon_2$ mögen die bezüglichen mittleren Äquinoktien bedeuten. Mit Hülfe der Gleichungen (97) läßt sich die Länge des aufsteigenden Knotens Π der Ekliptik zur Zeit $1850+t$ auf der Ekliptik EE_0 von dem mittleren Äquinox Υ aus gerechnet, und der Winkel π zwischen

Fig. 10.



EE_0 und EE_1 bestimmen. Es soll nun die Länge des aufsteigenden Knotens $\Pi_\tau = 180° - D_3\Upsilon_1$ der Ekliptik zur Zeit $1850+t_2$ auf der Ekliptik EE_1, gerechnet von Υ_1 aus, und der Winkel $E_1D_3E_2 = \pi_\tau$ gesucht werden. Es ist $D_3\Upsilon_1 = D_3E + E\Upsilon_1$. Bezeichnet man die aus den Gleichungen (97) für $t=t_1$ beziehungsweise $t=t_2$ folgenden Werte von Π und π mit Π_1, π_1 beziehungsweise Π_2, π_2, so ist in dem Dreieck D_3ED_2 die Seite $ED_2 = \Pi_1 - \Pi_2$, der Winkel bei D_2 gleich $180° - \pi_2$, und der Winkel bei E gleich π_1. Somit hat man, wenn der sin mit dem Bogen vertauscht wird,

$$D_3E = \frac{\pi_2}{\pi_\tau}(\Pi_1 - \Pi_2).$$

Ferner folgt aus einer der Napier'schen Analogien

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}\pi_\tau = \frac{\cos\frac{1}{2}(D_3E - D_3D_2)}{\cos\frac{1}{2}(D_3E + D_3D_2)}\operatorname{tang}\frac{1}{2}(\pi_2 - \pi_1)$$

oder hinreichend genau

$$\pi_\tau = \pi_2 - \pi_1.$$

Demnach wird

$$D_3E = \frac{\pi_2}{\pi_2 - \pi_1}(\Pi_1 - \Pi_2) = \Pi_1 - \Pi_2 + \frac{\pi_1}{\pi_2 - \pi_1}(\Pi_1 - \Pi_2).$$

Den Gleichungen (97) zufolge ist aber, wenn $t_2 - t_1 = \tau$ gesetzt wird,

$$\Pi_1 - \Pi_2 = (869''0 + 0''14\,t_1)\tau + 0''07\,\tau^2$$
$$\pi_2 - \pi_1 = (47''142 - 0''068\,t_1)\tau - 0''034\,\tau^2.$$

Folglich erhält man

$$D_3E = 869''0\,t_1 + 0''77\,t_1^2 +$$
$$+ (869''0 + 0''84\,t_1)\tau + 0''07\,\tau^2.$$

Bedeutet ferner $(\Lambda)_1$ den aus der dritten der Gleichungen (96) für $t=t_1$ folgenden Wert von (Λ), so ist

$$E\Upsilon = E\Upsilon_1 - (\Lambda)_1;$$

da aber $E\Upsilon = 180 - \Pi_1$ ist, so wird

$$E\Upsilon_1 = 180 - \Pi_1 - (\Lambda)_1.$$

Es ergibt sich also

$$\Pi_\tau = 180° - D_3 E - E\Upsilon_1 = \Pi_1 + (\Lambda)_1 - D_3 E,$$

oder nach Substitution der Werte von Π_1, $(\Lambda)_1$ und $D_3 E$

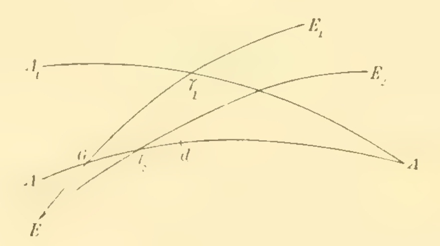
$$\Pi_\tau = 173° 29' 40''7 + 3286''6\, t_1 + 0''27\, t_1^2 -$$

$$(104) \qquad (869''0 + 0''84\, t_1)\,\tau - 0''07\,\tau^2$$

$$\pi_\tau = (47''142 - 0''068\, t_1)\,\tau - 0''034\,\tau^2.$$

Hiermit sind die gesuchten den Gleichungen (96) und (97) entsprechenden Formeln gefunden. Es sollen jetzt noch einige andere abgeleitet werden, welche für die Reduktion der Beobachtungen ebenfalls von Wichtigkeit sind. In Fig. 11 mögen EE_1 und EE_2 die Ekliptik für $1850 + t_1$ beziehungsweise für

Fig. 11.



$1850 + t_2$, und AA_1 und AA_2 die entsprechende Lage des mittleren Äquators darstellen. Man setze mit Rücksicht darauf, daß $\Upsilon_1 A$ und GA nur wenig von 90° abweichen, $\Upsilon_1 A = 90° - p$, $GA = 90° - q$, ferner $\Upsilon_1 G = l'$, $A_1 A A_2 = n$, $E_1 \Upsilon_1 A = \varepsilon$, $E_1 G A = \varepsilon + \Delta\varepsilon$; es sind dann l' und $\Delta\varepsilon$ mit den durch die Gleichungen (100) und (101) bestimmten Größen $(-\psi)_\tau$ und $(\Delta\varepsilon)_\tau$ bezüglich identisch, während unter ε der aus der vierten der Gleichungen (96) für $t = t_1$ folgende Wert von (ε) zu verstehen ist. Aus dem Dreiecke $AG\Upsilon_1$ folgt nun

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}(p-q) = \frac{\cos\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\right)}{\cos\frac{1}{2}\Delta\varepsilon}\operatorname{tang}\frac{1}{2}l' =$$

$$= \cos\varepsilon\operatorname{tang}\frac{1}{2}l' - \sin\varepsilon\operatorname{tang}\frac{1}{2}\Delta\varepsilon\operatorname{tang}\frac{1}{2}l'.$$

Da

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}l' = \frac{1}{2}l' + \frac{1}{24}l'^3, \qquad \operatorname{tang}\frac{1}{2}\Delta\varepsilon\operatorname{tang}\frac{1}{2}l' = \frac{1}{4}\Delta\varepsilon\, l'$$

gesetzt werden kann, so wird

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}(p-q) = \frac{1}{2}l'\cos\varepsilon + \frac{1}{24}l'^3\cos\varepsilon - \frac{1}{4}\Delta\varepsilon\, l'\sin\varepsilon.$$

Man hat aber hinreichend genau

$$\frac{1}{2}(p-q) = \operatorname{tang}\frac{1}{2}(p-q) - \frac{1}{3}\operatorname{tang}^3\frac{1}{2}(p-q) =$$

$$= \operatorname{tang}\frac{1}{2}(p-q) - \frac{1}{24}\,l'^3\cos^3\varepsilon.$$

Mit Rücksicht auf die vorige Gleichung erhält man demnach

$$(105)\qquad p-q = l'\cos\varepsilon - \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\, l'\sin\varepsilon + \frac{1}{12}\,l'^3\cos\varepsilon\sin^2\varepsilon.$$

Trägt man jetzt auf AA_2 von A aus den Bogen $Ad = A\Upsilon_1$ ab, so ist $\Upsilon_2 d$ gleich dem Bogen, um den sich das Frühlingsäquinox Υ_1 innerhalb der Zeit $t_2 - t_1 = \tau$ auf dem der Epoche $1850 + t_2$ entsprechenden Äquator bewegt hat. Da $G\Upsilon_2$ gleich dem durch die Gleichung (103) bestimmten Bogen $(a)_\tau$ ist, so hat man wenn $\Upsilon_2 d$ mit m bezeichnet wird,

$$(106)\qquad m = p - q - (a)_\tau$$

Ferner erhält man aus dem Dreiecke $AG\Upsilon_1$

$$\sin\frac{1}{2}n\cos\frac{1}{2}(p+q) = \sin\frac{1}{2}l'\sin\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\right)$$

oder, da $p+q$, wie sich gleich zeigen wird, sehr klein ist und demnach

$$\cos\frac{1}{2}(p+q) = 1$$

$$\sin\frac{1}{2}l' = \frac{1}{2}l' - \frac{1}{48}l'^3$$

$$\sin\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\right) = \sin\varepsilon + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\cos\varepsilon$$

gesetzt werden kann,

$$\sin\frac{1}{2}n = \frac{1}{2}l'\sin\varepsilon + \frac{1}{4}l'\Delta\varepsilon\cos\varepsilon - \frac{1}{48}l'^3\sin\varepsilon.$$

Nun ist

$$\frac{1}{2}n = \sin\frac{1}{2}n + \frac{1}{6}\sin^3\frac{1}{2}n = \sin\frac{1}{2}n + \frac{1}{48}l'^3\sin^3\varepsilon,$$

somit ergibt sich

$$(107)\qquad n = l'\sin\varepsilon + \frac{1}{2}l'\Delta\varepsilon\cos\varepsilon - \frac{1}{24}l'^3\sin\varepsilon\cos^2\varepsilon.$$

Endlich folgt aus dem Dreiecke $AG\Upsilon_1$

$$\operatorname{tang}\frac{1}{2}(p+q) = -\frac{\sin\frac{1}{2}\Delta\varepsilon}{\sin\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon\right)}\operatorname{cotg}\frac{1}{2}l' =$$

$$= -\frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}\Delta\varepsilon}{\left(\sin\varepsilon + \operatorname{tang}\frac{1}{2}\Delta\varepsilon\cos\varepsilon\right)\operatorname{tang}\frac{1}{2}l'}$$

Es ist aber $\Delta\varepsilon$ sehr klein im Verhältnis zu l' und folglich auch $(p+q)$ ein kleiner Winkel; demnach erhält man aus der vorigen Gleichung, wenn noch tang $\frac{1}{2}l' = \frac{1}{2}l'$ gesetzt wird,

$$p+q = \frac{2\,\Delta\varepsilon}{l'\sin\varepsilon}$$

oder, mit Berücksichtigung von (107),

$$p+q = \frac{2\,\Delta\varepsilon}{n} \tag{108}$$

In den Gleichungen (105) und (107) ist der vierten der Gleichungen (96) zufolge

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - 46''838\,t_1 \quad 0''009\,t_1^2 + 0''001\,t_1^3$$

und demnach

$$\sin\varepsilon = \sin\varepsilon_0 + [6_n 35617]\,t_1 \cos\varepsilon_0 = [9.599981] + [6_n 31870]\,t_1$$

$$\cos\varepsilon = \cos\varepsilon_0 + [6.35617]\,t_1 \sin\varepsilon_0 = [9.962533] + [5.95615]\,t_1$$

zu setzen, wo die in Klammern stehenden Zahlen Logarithmen bedeuten, deren Numeri in Teilen des Radius ausgedrückt sind. Führt man ferner an Stelle von l' und $\Delta\varepsilon$ die durch die Gleichungen (100) und (101) bestimmten Werte von $(-\psi)_\tau$, beziehungsweise $(\Delta\varepsilon)_\tau$ ein, und substituiert für $(a)_\tau$ seinen Wert (103), so erhält man aus den Gleichungen (105) bis 108)

$$\begin{aligned}
p \quad q &= (4620''63 + 0''908\,t_1 - 0''001\,t_1^2)\,\tau \quad (0''982 + 0''003\,t_1)\,\tau^2 + 0''035\,\tau^3 \\
m &= (4607''21 + 2''795\,t_1 - 0''001\,t_1^2)\,\tau + (1''398 \quad 0''002\,t_1)\,\tau^2 + 0''036\,\tau^3 \\
n &= (2005''16 \quad 0''852\,t_1)\,\tau - (0''426 + 0''001\,t_1)\,\tau^2 - 0''042\,\tau^3 \\
p+q &= -(13''41 \quad 1''93\,t_1)\,\tau + 1''60\,\tau^2.
\end{aligned} \tag{109}$$

Hieraus folgt noch

$$\begin{aligned}
p &= +(2303''61 + 1''42\,t_1)\,\tau + 0''31\,\tau^2 \\
q &= -(2317''02 - 0''51\,t_1)\,\tau + 1''29\,\tau^2.
\end{aligned} \tag{110}$$

In den Formeln (98) bis (110) bedeutet t_1 die von 1850.0 bis zur neuen Anfangsepoche $1850 + t_1$, und τ die von $1850 + t_1$ bis $1850 + t_2$ verflossene Zeit, ausgedrückt in julianischen Jahrhunderten. Will man aber das tropische Jahr als Zeiteinheit wählen, so ist zu berücksichtigen, daß die Länge desselben allerdings veränderlich ist, aber nur in so geringem Grade, daß man für die Zeit von 1750 bis 1950 unbedenklich ein julianisches Jahr $= 0.9999786$ tropisches Jahr annehmen kann; man hat also die Koeffizienten von t_1 und von τ mit $\frac{0.9999786}{100}$ zu multiplizieren, die Koeffizienten von t_1^2 und $t_1\tau$ mit $\left(\frac{0.9999786}{100}\right)^2$, u. s. w. Bedeutet ferner t_0 die vorhin mit $1850 + t_1$ bezeichnete neue Anfangsepoche und t die Epoche, für welche man die Werte der auf der linken Seite der Formeln (98) bis (110) stehenden Unbekannten sucht, so ist in den genannten Formeln $t_0 - 1850$ statt t_1 und $t - t_0$ statt τ zu setzen, wo nun $t_0 - 1850$ und $t - t_0$ als in tropischen Jahren ausgedrückt zu denken sind. Für das Resultat der Rechnung ist es aber gleichgültig, ob die Gleichungen (98) bis (110) in der eben angegebenen oder in folgender Weise geändert werden: Man multipliziere die Koeffizienten von t_1 und τ mit 0.9999786, diejenigen von t_1^2 und $t_1\tau$ mit $(0.9999786)^2, \ldots$ und ersetze t_1 durch $\frac{t_0 - 1850}{100}$ und τ durch $\frac{t - t_0}{100}$.

Auf diese Art ergeben sich die folgenden für das tropische Jahr als Zeiteinheit gültigen Formeln:

$$(-\psi)_t = \left[5036''.84 + 0''.494\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.001\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2\right]\frac{t-t_0}{100}$$

$$-\left[1''.071 + 0''.003\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 - 0''.002\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$(\varepsilon')_t = 23^\circ\,27'\,31''.68 - 46''.837\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.009\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2 + 0''.001\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^3$$

$$+\left[0''.065 - 0''.009\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 - 0''.008\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$(\Lambda)_t = \left[5024''.53 + 2''.224\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.003\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2\right]\frac{t-t_0}{100}$$

$$+\left[1''.112 - 0''.003\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 - 0''.001\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$(\varepsilon)_t = 23^\circ\,27'\,31''.68 - 46''.837\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.009\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2 + 0''.001\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^3$$

$$-\left[46''.837 + 0''.018\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.003\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2\right]\frac{t-t_0}{100}$$

$$-\left[0''.009 - 0''.003\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 + 0''.001\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$(a)_t = \left[13''.417 - 1''.887\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\frac{t-t_0}{100} - \left[2''.380 + 0''.001\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 - 0''.001\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$\pi_t = \left[47''.141 - 0''.068\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\frac{t-t_0}{100} - 0''.034\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2$$

$$\Pi_t = 173^\circ\,29'\,40''.7 + 3286''.5\,\frac{t_0-1850}{100} + 0''.27\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2 -$$

$$\left[869''.0 + 0''.84\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\frac{t-t_0}{100} - 0''.07\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2$$

$$p \quad q = \left[4620''.53 + 0''.908\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.001\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2\right]\frac{t-t_0}{100}$$

$$-\left[0''.982 + 0''.003\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 + 0''.035\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$m = \left[4607''.11 + 2''.795\,\frac{t_0-1850}{100} - 0''.001\left(\frac{t_0-1850}{100}\right)^2\right]\frac{t-t_0}{100}$$

$$+\left[1''.398 - 0''.002\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 + 0''.036\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$n = \left[2005''.12 - 0''.852\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\frac{t-t_0}{100} - \left[0''.426 + 0''.001\,\frac{t_0-1850}{100}\right]\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2 - 0''.042\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^3$$

$$p + q = -\left[13''41 - 1''93 \frac{t_0 - 1850}{100}\right] \frac{t - t_0}{100} + 1''60 \left(\frac{t - t_0}{100}\right)^2$$

$$p = +\left[2303''56 + 1''42 \frac{t_0 - 1850}{100}\right] \frac{t - t_0}{100} + 0''31 \left(\frac{t - t_0}{100}\right)^2$$

$$q = -\left[2316''97 - 0''51 \frac{t_0 - 1850}{100}\right] \frac{t - t_0}{100} + 1''29 \left(\frac{t - t_0}{100}\right)^2$$

10. Durch die Gleichungen (89) und (90) ist die Bewegung der Rotationsaxe der Erde in Bezug auf die der Epoche 1850.0 entsprechende Ebene der Ekliptik bestimmt; es sollen nun die analogen für die kleine Axe der Erde gültigen Gleichungen abgeleitet werden. Dieselben ergeben sich durch Integration der Differentialgleichungen (25), doch ist zuvor der in letzteren vorkommende Quotient $\frac{A}{C}$ zu bestimmen. Zu diesem Zwecke läßt sich die auf p. 426 gefundene Gleichung

$$\log \frac{3k^2 M_\odot}{\Delta^3} \frac{C - A}{Cn} = 8.22751 - 10$$

benutzen. Wenn T die Umlaufszeit der Erde in ihrer Bahn und E die Masse der Erde in Teilen der Sonnenmasse $M_\odot$ darstellt, so ist bekanntlich

$$k^2 = \frac{4\pi^2 \Delta^3}{T^2 (1 + E) M_\odot}.$$

Gauss nimmt $E = 1 : 354710$ und die Umlaufszeit der Erde gleich 365.2563835 mittlere Sonnentage an. Da wir als Zeiteinheit das julianische Jahrhundert gewählt haben, so ist

$$T = \frac{365.2563835}{36525}$$

zu setzen; es ergibt sich dann

$$\log \frac{k^2 M_\odot}{\Delta^3} = \log \frac{4\pi^2}{T^2 (1 + E)} = 5.59634.$$

n bedeutet die auf die kleine Achse der Erde bezogene Komponente der Rotationsgeschwindigkeit der Erde. Würde man den Sterntag als Zeiteinheit festsetzen, so wäre $n = 2\pi$; da aber das julianische Jahrhundert als Zeiteinheit gewählt wurde, so erhält man, wenn f das Verhältnis eines mittleren Sonnentages zum Sterntag angibt, $n = 2\pi f . 36525$. Nun ist $\log f = 0.0011874$, somit wird

$$\log n = 5.36196.$$

Mit Hülfe der im vorigen bestimmten Werte ergibt sich

$$\frac{C - A}{C} = 0.00328, \qquad (\log = 7.51601 - 10),$$

also

$$\frac{A}{C} = 0.99672, \qquad (\log = 9.99857 - 10).$$

Was nun die Differentialgleichungen (25) betrifft, so kann man bei jeder von ihnen das letzte Glied auf der rechten Seite vernachlässigen; denn das größte derselben, nämlich $\frac{A}{Cn}\cos\varepsilon'\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2$ in der Gleichung für $\frac{d\psi}{dt}$, gibt integriert (wenn $\varepsilon'=\varepsilon_0$, $\frac{d\psi}{dt}=5037''$ gesetzt wird) nur $0''0004\,t$. Die Gleichungen werden demnach

$$\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}=-\frac{L}{Cn}-\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)$$

$$\frac{d\varepsilon'}{dt}=\frac{M}{Cn}+\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right),$$

oder, wenn man auf die Gleichungen (26^a) Rücksicht nimmt und $\sin\varepsilon_1'=\sin\varepsilon'$ setzt,

$$\text{(111)}\qquad \begin{aligned}\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}&=\sin\varepsilon'\frac{d\psi_1}{dt}-\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)\\ \frac{d\varepsilon'}{dt}&=\frac{d\varepsilon_1'}{dt}+\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right).\end{aligned}$$

Hierin sind ψ_1 und ε_1' mit den durch die Gleichungen (89) und (90) bestimmten Integralen ψ und ε' der Gleichungen (26^a) identisch.[1] Setzt man jetzt

$$\text{(112)}\qquad \begin{aligned}\frac{d\psi}{dt}&=\frac{d\psi_1}{dt}+\frac{d\delta\psi_1}{dt}\\ \frac{d\varepsilon'}{dt}&=\frac{d\varepsilon_1'}{dt}+\frac{d\delta\varepsilon_1'}{dt},\end{aligned}$$

so erhält man aus (111) die folgenden simultanen Differentialgleichungen

$$\text{(113)}\qquad \begin{aligned}\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\delta\varepsilon_1'}{dt}\right)+\sin\varepsilon'\frac{d\delta\psi_1}{dt}&=-\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon_1'}{dt}\right)\\ \frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\delta\psi_1}{dt}\right)-\frac{d\delta\varepsilon_1'}{dt}&=-\frac{A}{Cn}\frac{d}{dt}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi_1}{dt}\right).\end{aligned}$$

Diese Differentialgleichungen lassen sich nach der Methode der Variation der Konstanten integrieren. Wenn nämlich die rechten Seiten gleich 0 wären, so würde man als Integrale erhalten

$$\text{(114)}\qquad \begin{aligned}\sin\varepsilon'\frac{d\delta\psi_1}{dt}&=m\sin\left(\frac{Cn}{A}t-\sigma\right)\\ \frac{d\delta\varepsilon_1'}{dt}&=m\cos\left(\frac{Cn}{A}t-\sigma\right),\end{aligned}$$

wo m und σ zwei Konstanten bedeuten. Betrachtet man aber m und σ als veränderlich, so lassen sich $m\sin\sigma$, $m\cos\sigma$ so bestimmen, daß die Gleichungen (114) auch den Differentialgleichungen (113) Genüge leisten. Nach Substitution dieser Werte in die Gleichungen (114) erhält man durch Integration die Werte

[1] Vergl. p. 401, Z. 13.

von $\delta\psi_1$ und $\delta\varepsilon_1'$, welche zu ψ_1 beziehungsweise ε_1' addiert die Integrale der Differentialgleichungen (25) darstellen. Einfacher aber ist der folgende Weg: Aus den Gleichungen (111) erhält man, wenn

$$\frac{1}{\sin\varepsilon'}\frac{d}{dt}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\sin\varepsilon'}\frac{d\varepsilon'}{dt}\right) + \frac{\operatorname{cotg}\varepsilon'}{\sin\varepsilon'}\left(\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)^2 = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\sin\varepsilon'}\frac{d\varepsilon'}{dt}\right)$$

gesetzt und von den Integrationskonstanten abgesehen wird,

$$\psi = \psi_1 - \frac{A}{Cn\sin\varepsilon'}\frac{d\varepsilon'}{dt}$$

$$\varepsilon' = \varepsilon_1' + \frac{A}{Cn}\left(\sin\varepsilon'\frac{d\psi}{dt}\right),$$

oder mit Berücksichtigung der Gleichungen (112) und (114),

$$\psi = \psi_1 + \frac{A}{Cn\sin\varepsilon'}\frac{d\varepsilon_1'}{dt} + \frac{Am}{Cn\sin\varepsilon'}\cos\left(\frac{Cn}{A}t \quad \sigma\right)$$

$$\varepsilon' = \varepsilon_1' + \frac{A}{Cn}\sin\varepsilon'\frac{d\psi_1}{dt} + \frac{Am}{Cn}\sin\left(\frac{Cn}{A}t \quad \sigma\right).$$

Aus den Gleichungen (89) und (90) folgt aber mit Vernachlässigung aller für das Folgende bedeutungslosen Glieder

$$\frac{d\varepsilon_1'}{dt} = -0''552\sin 2L\frac{d2L}{dt} - 0''088\sin 2c\frac{d2c}{dt} - 0''011\sin[2c+g]\frac{d[2c+g]}{dt}$$
$$-9''210\sin\Omega\frac{d\Omega}{dt} - 0''018\sin[2c-\Omega]\frac{d[2c-\Omega]}{dt}$$

$$\frac{d\psi_1}{dt} = -5036''95 + 1''271\cos 2L\frac{d2L}{dt} + 0''204\cos 2c\frac{d2c}{dt} + 0''026\cos[2c+g]\frac{d[2c+g]}{dt} +$$
$$+ 17''224\cos\Omega\frac{d\Omega}{dt} + 0''034\cos[2c-\Omega]\frac{d[2c-\Omega]}{dt}.$$

In den Gleichungen (89) und (90) ist das julianische Jahrhundert als Zeiteinheit gewählt worden; es bedeuten also in den vorigen Differentialgleichungen $\frac{d2L}{dt}, \frac{d2c}{dt}, \ldots\ldots$ die in Teilen des Radius ausgedrückten Werte der mittleren Bewegung von $2L$, $2c$, ... in einem julianischen Jahrhundert. Auf p. 423 sind die Produkte aus diesen Werten und arc $1''$ mitgeteilt; dividiert man dieselben durch arc $1''$, so ergeben sich die folgenden hier anzuwendenden Werte der Differentialquotienten beziehungsweise ihrer Logarithmen

$$\log\frac{d2L}{dt} = 3.0992 \qquad \log\frac{d\Omega}{dt} = 1_n5284$$

$$\frac{d2c}{dt} = 4.2253 \qquad \frac{d[2c-\Omega]}{dt} = 4.2262$$

$$\frac{d[2c+g]}{dt} = 4.4002.$$

Ferner folgt unter Anwendung der auf p. 52 gegebenen Werte von $A:C$ und n, wenn $\sin\varepsilon' = \sin\varepsilon_0$ gesetzt wird,

$$\log\frac{A}{Cn\sin\varepsilon'} = 5.0366-10, \qquad \log\frac{A}{Cn}\sin\varepsilon' = 4.2366-10.$$

Somit erhält man als vollständige Integrale der Differentialgleichungen (111) beziehungsweise (25)

$$-\psi = -\psi_1 - 0''008\sin 2L - 0''016\sin 2c - 0''003\sin[2c+g] + 0''003\sin\Omega -$$
$$0''003\sin[2c-\Omega] + \frac{Am}{Cn\sin\varepsilon'}\cos\left(\frac{Cn}{A}t-\sigma\right)$$

(115)

$$\varepsilon' = \varepsilon_1' - 0''009 + 0''003\cos 2L + 0''006\cos 2c + 0''001\cos[2c+g] - 0''001\cos\Omega +$$
$$+ 0''001\cos[2c-\Omega] + \frac{Am}{Cn}\sin\left(\frac{Cn}{A}t-\sigma\right),$$

wo m und σ die Integrationskonstanten bezeichnen. Die Periode der beiden von $\frac{Cn}{A}t-\sigma$ abhängigen Glieder ist gleich $2\pi\frac{A}{Cn}$. Nimmt man den Sterntag als Einheit, so ist $n = 2\pi$; die Periode ist also gleich $0.99672 = \frac{305}{306}$ Sterntage.

Die Werte von m und σ sind durch die Beobachtungen zu bestimmen; in welcher Weise dies geschehen kann, soll jetzt gezeigt werden. Es sei (Fig. 12[a]) Z der Pol der festen Ekliptik NX, und X der

Fig. 12 a.

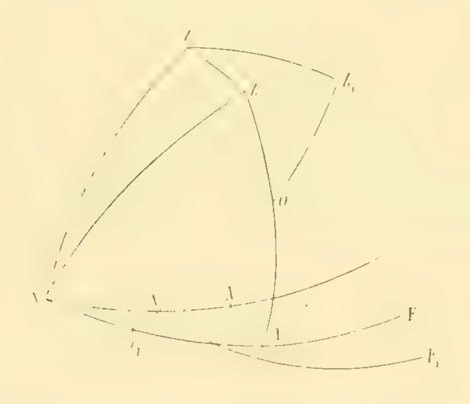
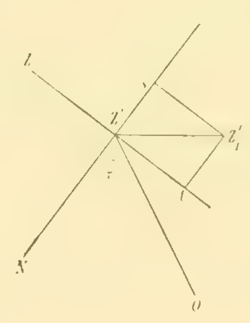


Fig. 12 b.



zugehörige Frühlings-Tag- und Nachtgleichepunkt. Z' sei der Punkt, in dem die verlängerte kleine Achse der Erde die Sphäre trifft und NF der größte Kreis, in dem die zur kleinen Achse der Erde senkrechte Ebene die Himmelskugel schneidet. Ferner sei Z_1' der instantane Drehungspol der Erde und N_1F_1 der zur Rotationsachse senkrechte instantane Äquator. Es ist dann $ZZ' = \varepsilon'$, $ZZ_1' = \varepsilon_1'$, $NX = -\psi$, $N_1X = -\psi_1$, also NN_1 und somit auch der Winkel $Z'ZZ_1' = \psi_1 - \psi$. Wenn endlich $Z'OA$ den Meridian eines Beobachtungsortes O darstellt, so ist $NZ'A$ der früher (p. 7) mit φ bezeichnete Winkel. Es werde jetzt in dem Punkte Z' (Fig. 12[b]) eine Tangentialebene an die Sphäre gelegt, und $Z'N$, $Z'Z$, $Z'Z_1'$, $Z'O$ mögen die Tangenten an die in Fig. 12[a] in derselben Weise bezeichneten größten Kreise darstellen. Die Koordinaten von Z_1' in Bezug auf die zu einander senkrechten Achsen $NZ's$, $ZZ't$ sind dann

$$Z's = (\psi_1-\psi)\sin\varepsilon', \qquad Z't = \varepsilon_1'-\varepsilon'.$$

Wird nun in Fig. 12[a] der Bogen OZ' mit $90° - \Phi$ und der Bogen OZ_1' mit $90° - \Phi'$ bezeichnet, so ist die Differenz $OZ' - OZ_1'$ oder $\Phi' - \Phi$ gleich der Projektion von $Z'Z_1'$ (Fig. 12[b]) auf die Tangente $Z'O$; man erhält also

$$\Phi' - \Phi = -(\psi_1 - \psi)\sin\varepsilon'\cos\varphi + (\varepsilon_1' - \varepsilon')\sin\varphi$$

oder mit Einsetzung der durch die Gleichungen (115) bestimmten Werte von $\psi_1 - \psi$ und $\varepsilon_1' - \varepsilon'$

$$(116) \qquad \Phi' - \Phi = -\frac{Am}{Cn}\cos\left(\frac{Cn}{A}t - \varphi - \sigma\right) + 0''009\sin\varphi - 0''006\sin(\varphi - 2c) - 0''003\sin(\varphi - 2L)$$
$$-0''001\sin(\varphi - 2c - g) + 0''001\sin(\varphi - \Omega) - 0''001\sin(\varphi - 2c + \Omega).$$

In dieser Gleichung kommt noch die Unbekannte φ vor. Es sei Υ_1 (Fig. 12[a]) der aufsteigende Knoten der beweglichen, der Epoche $1850 + t$ entsprechenden Ekliptik auf dem derselben Epoche angehörigen beweglichen Äquator NF; es ist dann der Winkel $NZ'\Upsilon_1$ gleich dem durch die Gleichung (95) bekannten Bogen a. Ferner gibt der Winkel $\Upsilon_1 Z'A$ die Sternzeit des Ortes an; wird diese mit Θ bezeichnet, so ist $\varphi = \Theta + a$. Aus der dritten der Gleichungen (18) in Verbindung mit (24) folgt jetzt

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(\Theta + a)}{dt} = n - \frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon',$$

also, wenn φ_0 eine Konstante bezeichnet,

$$\varphi = \Theta + a = \varphi_0 + nt - \int\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon'\,dt.$$

Das auf der rechten Seite vorkommende Integral ist verschwindend klein gegenüber nt. Setzt man nämlich $\cos\varepsilon' = \cos\varepsilon_0$ und berücksichtigt von ψ nur das größte Glied $-5036''9\,t$, so wird das Integral gleich $-5036''9t\cos\varepsilon_0 = -4620''6\,t$, wo die Einheit von t das julianische Jahrhundert ist. Würde man also den Sterntag als Zeiteinheit wählen, so wäre $\int\frac{d\psi}{dt}\cos\varepsilon' dt = -0''13t$, während dann $n = 1296000''$ anzunehmen ist. Für den hier in Betracht kommenden Fall kann man demnach $\varphi = \Theta + a = \varphi_0 + nt$ setzen. Zählt man ferner t von dem Augenblicke an, wo der Meridian $Z'A$ des Ortes O mit $Z'N$ zusammenfällt, so ist $\varphi_0 = 0$, also $\varphi = \Theta + a = nt$. Da a der Gleichung (95) zufolge selbst nach Ablauf eines Jahrhunderts nur rund eine Zeitsekunde beträgt, so hat man ausreichend genau

$$\varphi = \Theta = nt.$$

Setzt man nun in dem ersten Gliede auf der rechten Seite der Gleichung (116) $\varphi = nt$ und in den übrigen $\varphi = \Theta$, so wird

$$(117) \qquad \Phi' - \Phi = -\frac{Am}{Cn}\cos\left(\frac{C-A}{A}nt - \sigma\right) + 0''009\sin\Theta - 0''006\sin[\Theta - 2c] - 0''003\sin[\Theta - 2L] -$$
$$-0''001\sin[\Theta - 2c - g] + 0''001\sin[\Theta - \Omega] - 0''001\sin[\Theta - 2c + \Omega].$$

Aus dem oben angegebenen Verhältnis $C - A : C$ folgt

$$\frac{C-A}{A} = 0.00329, \qquad (\log = 7.51744 - 10).$$

Da, wenn der Sterntag als Zeiteinheit gewählt wird, $n = 2\pi$ zu setzen ist, so ist die Periode des ersten Gliedes auf der rechten Seite von (117) gleich 303.8 Sterntage = 303.0 mittlere Tage. Φ' bedeutet die

beobachtete Polhöhe und Φ die geographische Breite oder das Komplement des Winkels zwischen der kleinen Achse der Erde und der Vertikalen. Da Φ für die als starr vorausgesetzte Erde konstant ist, so müßten, wenn

$$\Phi' + 0''009 \sin \Theta + 0''006 \sin [\Theta - 2c] + \ldots + 0''001 \sin [\Theta - 2c + \Omega] = \Phi'' \tag{118}$$

gesetzt wird, die Werte von Φ'' eine zehnmonatliche Periode zeigen, und man könnte also aus Beobachtungsreihen, die sich über diesen Zeitraum ausdehnen, mittelst der Gleichung

$$\Phi'' = \Phi - \frac{Am}{Cn} \cos \left(\frac{C-A}{A} nt - \sigma \right) \tag{119}$$

die Werte von $m \sin \sigma$ und $m \cos \sigma$ ableiten.

Die Gleichungen (89) und (90) stellen die Integrale der Gleichungen (26^a) dar und letztere unterscheiden sich von den strengen Differentialgleichungen (26) nur dadurch, daß die Glieder

$$\frac{C-A}{Cn} \frac{d}{dt} \left(\frac{d\varepsilon'}{dt} \right) - \frac{C-A}{Cn} \sin \varepsilon' \cos \varepsilon' \left(\frac{d\psi}{dt} \right)^2$$

bezüglich

$$- \frac{C-A}{Cn} \frac{d}{dt} \left(\sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) + \frac{C-A}{Cn} \cos \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} \frac{d\varepsilon'}{dt}$$

vernachlässigt worden sind. Betrachtet man zunächst das erste Glied jedes dieser beiden Aggregate, so würde man als Zusatzglieder zu den Integralen (89) und (90) erhalten

$$\frac{C-A}{Cn \sin \varepsilon'} \frac{d\varepsilon'}{dt}, \qquad - \frac{C-A}{Cn} \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt}.$$

Substituiert man hierin die aus den Gleichungen (112) und (114) folgenden Werte von $\frac{d\varepsilon'}{dt}$ und $\sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt}$, so ergibt sich, daß selbst wenn der aus den beobachteten Polhöhen mit Hülfe von (119) berechnete Koeffizient $\frac{Am}{Cn} = 0''1$ wäre, das durch (89) gegebene ψ nur die Korrektion $0''0008 \cos \left(\frac{Cn}{A} t - \sigma \right)$ und das durch (90) bestimmte ε' die Korrektion $0''0003 \sin \left(\frac{Cn}{A} t - \sigma \right)$ erfordern würde. Der Beitrag, den die von $\left(\frac{d\psi}{dt} \right)^2$ und $\frac{d\psi}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt}$ abhängigen Glieder geben, ist noch viel geringer. Es beschreibt also freilich auch die Rotationsachse im Laufe eines (genauer 0.9967) Sterntages einen kleinen Kreis um ihre mittlere Lage, aber der Radius dieses Kreises ist so minimal, daß man die Drehungsachse, wenn man von den durch die Gleichungen (89) und (90) bestimmten Änderungen ihrer Lage absieht, als unbeweglich betrachten kann.

11. Aus den früher (p. 35 und 38) erhaltenen Gleichungen

$$\log \frac{3k^2 M_{\odot}}{H^3} \frac{C-A}{Cn} = 8.56371$$

$$\log \frac{3k^2 M_{☾}}{\Delta^3} \frac{C-A}{Cn} = 8.22751$$

folgt noch

$$\frac{M_{☾}\, \Delta^3}{M_{\odot}\, H^3} = \text{Num}\, 0.33620.$$

Bezeichnet man die in Einheiten der Erdmasse ausgedrückten Massen von Mond und Sonne mit M, beziehungsweise M' und ihre mittleren Bewegungen mit μ, beziehungsweise μ', so ist

$$\mu^2 H^3 = k^2 (1 + M)$$

$$\mu'^2 \Delta^3 = k^2 (1 + M')$$

und

$$\frac{M_c}{M_{\odot}} = \frac{M}{M'}.$$

Somit ergibt sich

$$\frac{M\,(1 + M')}{M'\,(1 + M)} \frac{\mu^2}{\mu'^2} = \frac{M}{1 + M}\left(1 + \frac{1}{M'}\right) \frac{\mu^2}{\mu'^2} = \text{Num}\, 0.33620.$$

Da $\frac{\mu}{\mu'} = \text{Num}\, 1.12610$ und $M' > 300000$ ist, so folgt

$$M = \frac{1}{81.4}.$$

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNIS DER TRIASBILDUNGEN DER NORDÖSTLICHEN DOBRUDSCHA

VON

E. KITTL.

Mit 1 geologischen Karte, 3 lithographierten Tafeln und 17 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. JULI 1907.

I. Einleitung.

Es war im Jahre 1897, daß ich mit einer Subvention des kgl. rumänischen Domänenministeriums eine Reise in die Dobrudscha unternahm, um dort die Triasbildungen östlich von Cilic und Alibeikiöi bis nach Dunavat hinaus zu studieren. Die ausgiebigste Förderung fand ich durch den Direktor für Industrie und Handel, den damaligen Chef der Montanabteilung im Domänenministerium, Herrn Constantin Alimanestiano, sowie durch Herrn Bergingenieur R. Pascu. Obgleich mir das Reisen in der Dobrudscha durch das Vorhandensein deutscher Dörfer schon einigermaßen erleichtert war, so verdanke ich doch insbesondere Herrn K. Alimanestiano das Gelingen meiner Untersuchungen, da mir derselbe in Herrn Dimitri Dimitrescu einen sprach- und landeskundigen Begleiter für den größten Teil meiner Reise beigab. Als liebenswürdiger Führer in Tulcea und dessen nächster Umgebung erwies sich Herr Mironeano, Guard de Cariere in Tulcea, an den ich von Bukarest Empfehlungen hatte. Ein Deutscher von Tulcea, namens Christof Kaim, war mein ständiger Kutscher, dessen Lokalkenntnis ich manche Angaben in dieser Hinsicht verdanke.

Die für diese geologischen Untersuchungen gewählte Zeit — der Monat Oktober — erwies sich als recht günstig; nur die Kürze der Tage war hie und da störend.

Die Bearbeitung des damals gesammelten Materials mußte eine Reihe von Jahren hindurch zurückgestellt werden und wurde von mir erst wieder aufgenommen, als ich vor zwei Jahren von Herrn Professor Jan Simionescu das von ihm bei Hagighiol gesammelte Material zum Zwecke der Bearbeitung erhielt; es bildete das eine willkommene Ergänzung des meinigen. Leider waren demselben keine näheren Fundortsangaben beigefügt. Herrn Professor Simionescu bin ich für die freundliche Überlassung seines Materials zu großem Danke verpflichtet.

Außerdem standen mir ein Teil der von K. A. Redlich im Jahre 1896 in der Dobrudscha gesammelten Triasfossilien zur Verfügung, da sie von dem Genannten dem k. k. Naturhistorischen Hofmuseum als

Geschenk übergeben worden waren. Darunter befanden sich namentlich seine Triasmaterialien von Başchiöi, Hagighiol und der Popininsel, wogegen mir seine Funde bei Cilic, Cataloi und Tulcea nicht vorlagen.

Herr Professor Dr. Rud. Hoernes in Graz sandte mir über meine Bitte einige von den in der Grazer Universitätssammlung befindlichen, von K. Peters gesammelten Materialien zum Vergleiche.

Sehr bedauert habe ich es, daß mir die Aufsammlungen V. Anastasius nicht zugänglich waren, da er dieselben der Sorbonne in Paris überlassen hat, und daß ich auch die an der Bukarester Universität befindlichen Triasmaterialien aus der Dobrudscha nicht erhalten konnte.

In geologischer Hinsicht am interessantesten und abwechslungsreichsten ist in der Dobrudscha zweifellos der nördlichste Teil derselben. Hier treten die älteren Gesteine aus der diluvialen Lößdecke, die im Süden des Landes fast ausschließlich herrschend ist, in bedeutenderem Ausmaße empor, um da — besonders nördlich von der Depression des Petschenjaga- und des unteren Taițabaches — kontinuierliche Kettengebirge, wie östlich von Macin, oder aus der Lößdecke hervortretende Hügelreihen noch weiter im Osten zu bilden.

Die im Jahre 1864 von K. F. Peters ausgeführte geologische Aufnahme der Dobrudscha[1] wird wohl noch für längere Zeit hinaus die Grundlage für alle weiteren ähnlichen Arbeiten bilden. Einige Beiträge zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse der Dobrudscha brachte G. Stefanescu in seinem »Curs de geologi« .[2]

Erst seit dem Jahre 1893 begann man allgemeiner, der Dobrudscha wieder erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. In diesem Jahre bereiste der Erforscher des Balkans, Franz Toula, die Dobrudscha.[3] Im Jahre 1896 untersuchten J. Mrazec und R. Pascu die Umgebung von Ortachiöi,[4] bereiste K. A. Redlich die nördliche Dobrudscha.[5] Im folgenden Jahre begann V. Anastasiu seine Untersuchungen der sekundären Bildungen in der Dobrudscha, die er einige Jahre hindurch fortgesetzt hat.[6] In seiner erst mehrere Jahre später hierüber erschienenen Publikation brachte er eine geologische Übersichtskarte der Dobrudscha, welche gegen die älteren Karten von K. F. Peters und G. Stefanescu manche Ergänzungen aufweist.

Eine mir aus Bukarest zugekommene geologische Spezialkarte der nördlichen Dobrudscha ist nicht genug spezialisiert, um mit Vorteil benützt werden zu können. Sie weist zum Beispiel die sämtlichen Triasvorkommen nur mit einer einzigen Farbe auf; die Umgrenzung fast aller Aufschlüsse ist ersichtlich nicht der Wirklichkeit entsprechend dargestellt. Angaben über den Autor fehlen ebenso wie solche über Zeit und Ort der Publikation.

In sehr erfreulichem Gegensatze dazu steht die von R. Pascu publizierte geologische Karte der nördlichen Dobrudscha,[7] die deutlich erkennen läßt, daß ihr Verfasser das Terrain fleißig begangen hat

---

[1] K. F. Peters, Vorläuf. Bericht üb. e. geolog. Untersuch. d. Dobrudscha. Sitzb. d. kais. Ak. d. Wiss., Wien, L, 1864, pag. 228, — Ebenders., Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha, I. und II. Teil, Denkschr. d. kais. Ak. d. Wiss., Wien, XXVII. Bd., 1867.

[2] Bukarest, 1890.

[3] F. Toula, Eine geologische Reise in die Dobrudscha. Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, 1893 (XXXIII. Jahrg.). — Ebenders., Geolog. Beobachtungen auf der Reise etc. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 54. Bd., 1904, p. 1.

[4] L. Mrazec et R. Pascu, Note sur la structure géologique des environs du village d'Ortachiöi. Bull. soc. sci. phys. de Bucarest, 1896, Nr. 12.

[5] K. A. Redlich, Geologische Studien in Rumänien, II. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1896, p. 492.

[6] V. Anastasiu, Contribution à l'étude géologique de le Dobrogea. Terrains secondaires. (Thèses prés. à la faculté des sciences de Paris.) 1898.

[7] In R. Pascu, Studii geologice si miniere in Jud. Tulcea. Bucuresci 1904.

und mit Erfolg bemüht war, das Bild, welches uns die Karte von K. F. Peters von der geologischen Beschaffenheit des Landes gibt, wesentlich zu verbessern. Die Karte R. Pascus ist gegenwärtig die gelungenste geologische Darstellung des betreffenden Gebietes. Leider fehlt eine der Karte gleichwertige textliche Erklärung derselben. Die knappe Formationsübersicht[1] ist durchaus ungenügend. Obgleich nun meine Beobachtungen mit denjenigen Pascus im großen und ganzen wohl übereinstimmen, so ergeben sich doch in mancher Hinsicht Differenzen, welche ich nicht unbesprochen lassen will.

Hiefür besteht der ganz besondere Grund, daß ich meine hier beigegebene Karte, insoweit sie nicht meine eigenen Beobachtungen wiedergibt, nach der Karte Pascus ergänzt habe. Insbesondere bin ich der Darstellung Pascus gefolgt: in dem Kreide- und Grünschiefergebiete südwestlich vom Taiţabache, in den westlichen und nordwestlichen Randgebieten, ferner mehrfach auch an anderen einzelnen Punkten wo ich selbst keine Beobachtungen zu machen Gelegenheit hatte.

Dagegen habe ich getrachtet, auf meiner Karte die verschiedenen Triasbildungen soweit voneinander zu trennen, als dies bei dem gegenwärtigen Stande der Kenntnisse nur irgend tunlich erschien.

Die wichtigsten Differenzen meiner Karte gegenüber der Pascus werden einzeln geeigneten Ortes besprochen.

Die nachfolgenden Darstellungen sind nur dem festländischen Teile der nordöstlichen Dobrudscha gewidmet; es fehlt daher eine Besprechung der Triasablagerungen der Insel Popina (Priesterinsel) und ihrer interessanten Fauna, worüber ich mir vorbehalte, später besonders zu berichten.

II. Stratigraphische Beobachtungen.

Es sei mir gestattet, zunächst meine Beobachtungen im Terrain anzuführen und dieselben mit denjenigen anderer Autoren in Vergleich zu bringen.

Von Galatz (Galaţi) mit dem Dampfer kommend, berührte ich am 6. Oktober 1897 Eschikale, den Landungsplatz für Isacţea, woselbst ein guter Aufschluß an der Donau dunkle Kalke und Schiefer mit steilem SW-Fallen zeigt, welches Vorkommen schon Peters auf seiner Karte eingetragen hat.

In Tulcea angelangt, untersuchte ich die zahlreichen in der nächsten Umgebung vorhandenen Aufschlüsse, mit denen ich mich mehrere Tage beschäftigte.

Ich beginne deren Besprechung mit **Alt-Tulcea**, wo sich östlich und nördlich von dem Festungshügel Steinbrüche befinden. Unter der allgemeinen Lößdecke erscheinen an der Nordostseite graue Mergel und Kalkmergel mit steilem (unter etwa 60°) nordöstlichen Einfallen zwischen zwei gleich (also NW—SO) streichenden Quarzitbänken, die wahrscheinlich auch beide nordöstlich fallen. Auf der Nordwestseite des Vorgebirges dagegen traf ich ausschließlich Kalke (meist grau und bräunlich gefleckt), hie und da Fossildurchschnitte (von Brachiopoden?) erkennen lassend. Diese Kalke gehen stellenweise in rote Knollenkalke über und zeigen fast durchwegs ein NW-Einfallen. Sie sind auf dem in NW sich ausdehnenden Plateau in zahlreichen, meist kleinen Brüchen und Gruben aufgeschlossen.

[1] L. c., p. 4 f.

In den ersterwähnten Mergeln ist bei *A* (Fig. 1 u. 2) ein bedeutender Steinbruch. Am Eingange desselben erscheint der östliche Quarzitzug, dessen Schichtköpfe in große dislozierte Blöcke aufgelöst sind. Gegen die letzteren legen sich — vermutlich infolge einer ziemlich oberflächlichen lokalen Störung — die Mergelbänke in Fächerstellung an, die sehr bald dem herrschenden NO-Einfallen Platz macht. (Siehe Fig. 2.) Die Quarzite an dieser Stelle gleichen völlig jenen, welche bei *B* riffartig aus der Lößdecke hervor-

Fig. 1.



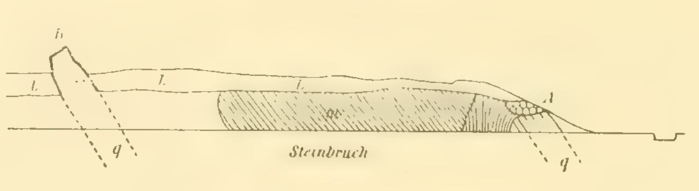
Der Festungshügel von Alt-Tulcea.

(q = Quarzit.)

ragen; sie bestehen aus weißem oder grauem körnigen Quarz, der stellenweise grünliche sericit- oder talkartige Schmitzen zeigt. Petrographisch erinnern diese Quarzite an jene des Semmering.

Die Mergelschiefer führen Kalkknollen, die stellenweise braun bis schwarz verwittern und dadurch auf einen Gehalt an Eisen- und Manganverbindungen hinweisen. Petrographisch stimmt dieser Komplex

Fig. 2.



Profil *B*—*A*.

(q = Quarzit, m = Mergel und Mergelkalk, L = Löß.)

von Mergelschiefern mit Kalkeinlagerungen recht wohl mit den ähnlich ausgebildeten Muschelkalkablagerungen des Etschtales überein, erinnert hie und da auch an alpine Werfener Schichten, wenn dieselben in kalkreicherer Mergelfacies erscheinen. Ganz sichere Schlüsse auf das Alter der Gesteine können aber aus diesen petrographischen Ähnlichkeiten nicht gezogen werden.

Wie sich aus diesen Beobachtungen ergibt, sind bei Alt-Tulcea zweierlei Schichtsysteme aufgeschlossen, deren gegenseitiges Altersverhältnis nicht erkennbar ist und die tektonisch vielleicht durch eine Dislokation aneinander grenzen. Petrographische Vergleiche mit den sonst in der Dobrudscha vorkommenden Gesteinen machen es wahrscheinlich, daß die Kalke zum Teil den Muschelkalken von Tulcea, Hagighiol und Başchiöi, zum anderen Teil aber vielleicht auch den als ladinisch erkannten Kalken entsprechen. Die rötlich gefärbten Kalke gleichen in jeder Beziehung dem Niveau des *Ceratites trinodosus* (Schreyeralmschichten). Die Mergelschiefer sind petrographisch den in der Bariera Babadagh

aufgeschlossenen Gesteinen am ähnlichsten, die ich zwar für jünger als ladinisch ansprechen kann, deren Alter aber im übrigen unbestimmt bleibt. In zweiter Linie kämen die Mergel und Kalke von Cataloi und Belledia (Steinbruchberg bei Tulcea) in Betracht, mit welchen aber geringere Übereinstimmung besteht, weil der Reichtum an Kalkbänken, wie er bei den letztgenannten Vorkommnissen zu treffen ist, ganz fehlt.

Das Auftreten der Quarzite spricht für ein höheres Alter des Komplexes; es kann daher mit größerer Wahrscheinlichkeit ein untertriadisches Alter der Mergel und Quarzite angenommen werden als ein jüngeres. Ich sehe demnach die Mergel und Quarzite von Alt-Tulcea als wahrscheinliche Vertreter unserer Werfener Schichten an und habe sie auch dementsprechend auf der Karte eingetragen.

Diese meine Beobachtungen stimmen ziemlich genau mit den Darstellungen überein, die Peters von der Gegend von Alt-Tulcea gibt.[1] Die Kalksteine bilden nach ihm »ersichtlich« das Hangende der Mergelschiefer. Das würde allerdings meiner Deutung entsprechen.

Tulcea, die Hauptstadt der Dobrudscha, ist von einem Kranze von Aufschlüssen, teils einzelnen Felsen oder kahlen Rücken, teils Steinbrüchen umgeben, von welch letzteren eine Gruppe soeben Erwähnung gefunden hat. Die wichtigsten dieser Aufschlüsse sind schon von K. Peters[2] recht ausführlich beschrieben und zum Teil von K. Redlich[3] und V. Anastasiu[4] besprochen worden.

Indessen habe ich bezüglich mancher einige neue Beobachtungen anzuführen.

Südwestlich von Alt-Tulcea bei Câsla (Küschla) sind einige von Peters und Anastasiu beschriebene Aufschlüsse, die mich zu keiner Bemerkung veranlassen; dagegen mag bezüglich des **Hora Tepe** (Stein von Tulcea) einiges zu erwähnen sein. Er liegt in der als Lipovan'sche Mahala bezeichneten Vorstadt von Tulcea, da hart an die Donau herantretend und dieselbe nach N ablenkend. Die dort auftretenden Gesteine hat Peters ganz zutreffend als einen Schiefer, ähnlich paläozoischem Tonschiefer, als ein veruccano-ähnliches Konglomerat und als Porphyr bezeichnet und das Einfallen der Gesteine als nach SW gerichtet festgestellt. Die Schiefer sind nach meinen Beobachtungen am Kontakte mit dem Eruptivgange (oder Langergange) deutlich dunkler gefärbt; dagegen überlagern die roten Konglomerate den Schiefer und Porphyr wie eine Decke, sie sind also jünger als jene.

Südlich vom Hora Tepe, von demselben aber getrennt, erhebt sich im Stadtgebiete der **Windmühlberg**, wo in grauem bis rötlichem, häufig geflecktem Kalkstein der städtische Steinbruch oder der Steinbruch der Primarie angelegt ist, ein Vorkommen, welches auch Peters auf seiner Karte eingetragen hat. Es ist nun nicht ohne Interesse, daß es mir gelang, in diesen Kalken Fossilien zu finden. Freilich sieht man häufiger deren Durchschnitte als es möglich ist, die Reste aus dem Gestein zu lösen. Zwei Stücke davon konnten soweit präpariert werden, daß ihre Bestimmung tunlich war. Es ergab sich, daß sie mit Arten der Schreyeralmschichten übereinstimmten, nämlich *Rhynchonella refractifrons* Bittn. und *Monophyllites* cf. *Suessi* Mojs.

Wenn man von N herkommt, trifft man zuerst auf Löß; auf der Höhe, wo die zahlreichen Windmühlen stehen, treten einzelne Schichtköpfe der Kalke heraus. Hier wie in dem Steinbruche fand ich das Streichen in *h* 5 bei einem S-Fallen von 30°. Bei den Kalken werden die gewöhnlich verwaschenen Flecken stellenweise scharf eckig umgrenzt, so daß man die Vorstellung gewinnt, als sei die Kalkmasse bald nach ihrem Absatze zertrümmert und mit dem etwas anders gefärbten Kalke noch weicherer Konsistenz zusammengeknetet worden; in dem letzteren stecken die Fossilien. Hie und da durchschwärmen den roten Kalk grüne Adern, welche aus breccienartigem Material (Tuff?) bestehen. Weiter im Hangenden erscheint roter Flaserkalk.

---

[1] Vergl. K. Peters, Grundlinien d. Geogr. u. Geol. d. Dobrudscha (Denkschr., Wiener Akad. d. Wiss., 27. Bd., 1867), I, Fig. 17, II, p. 21 bis 22.

[2] Peters, Grundlinien, II, p. 19 bis 23 (163 bis 167).

[3] Redlich, Geol. Studien, II, p. 7 (Verhandl. der Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 496).

[4] Anastasiu, Thèses, p. 48.

Solche petrographische Details findet man mehr oder weniger in allen Kalken; insbesondere habe ich sie in den Triaskalken verschiedener Horizonte und Gegenden wiederholt beobachten können. Der rote Flaserkalk kann ganz gut noch zu den Schreyeralmkalken gehören, aber auch schon ladinisch sein.

Im SO von diesem Hügel, jedoch schon außerhalb der Stadt, liegt der **Steinbruchberg**, an und auf dem in N und W zahlreiche größere und kleinere Steinbrüche angelegt sind. Peters gibt davon ein Profil,[1] wonach im S steil gestellter lichter Kalkstein an einer aus schwarzen Kalken und Mergelschiefern gebildeten Falte anstoßen würde. Auch auf dem Wege nach Malcoci beobachtete Peters diesen lichten Kalkstein,[2] zeichnete denselben aber in sein Profil nicht ein.

Redlich berichtet,[3] daß er auf dem Steinbruchberge Jugendexemplare derselben *Halobia* gefunden habe, die bei Cataloi vorkommt und die ihm A. Bittner als *Halobia fluxa* bestimmt hat. Daß Redlich Jugendexemplare gerade dieser Art dort gesammelt habe, ist durchaus nicht unmöglich. Wohl aber habe ich zu bemerken, daß Jugendexemplare von Halobien allein durchaus keine Artbestimmung gestatten, da sich die Artcharaktere erst an Schalen älterer Individuen entwickeln. Die dort von mir selbst in älteren Individuen gesammelten Halobien deuten z. T. auf andere Arten hin, wie unten dargelegt werden soll.

V. Anastasiu hat den Steinbruchberg unter der Bezeichnung »**Belledia**« in eines seiner Profile einbezogen, dort aber[4] nur isolierte Beobachtungen eingezeichnet, die er nicht zu erklären wagt. Indessen sieht man im Profile an der Basis des Steinbruchberges die roten Marmore unter die dunklen Kalke und Schiefer einfallen. Die von Anastasiu in den letzteren gesammelten Halobien, meint derselbe folgenden Arten zuteilen zu können: *Halobia insignis* Gemm., *Halobia lucana* Lor. und *Halobia fluxa* Mojs. Ich habe nun den Steinbruchberg wiederholt besucht und bin zu der Überzeugung gelangt, daß derselbe eine Synklinale darstelle, die von zahlreichen Brüchen und sekundären Faltungen durchsetzt ist. Sowohl im N an der Straße nach Malcoci wie im S vom Windmühlberge, an der Straße nach Hagighiol tauchen jene roten Knollen- und Flaserkalke auf, die ich am Windmühlberge als die Hangendbänke der roten Muschelkalke kennen gelernt habe.

An der Straße nach Malcoci fallen die Bänke südlich wie am Steinbruchberge. Da sie im Streichen des letztgenannten Vorkommens liegen, so erscheinen sie als die direkte Fortsetzung desselben. Das Vorkommen an der Straße nach Hagighiol ist in dem kleinen Steinbruche bei den »Drei Brunnen« gelegen. Hier finden sich in den roten Knollenkalken Zwischenlagen und Adern von grauer Färbung. Die Schichten sind steil aufgerichtet. Über diesen roten Kalken, welche übrigens schon Peters von beiden angeführten Punkten erwähnt hat, liegen graue Mergelschiefer, Sandsteine und Kalke, die letzteren häufig als Zwischenagen in den Mergeln, aber auch in den höheren Partien als dünnbankige, schwarzgraue Kalke. (Siehe das Profil Fig. 3.) Die Mergel und Sandsteine färben sich durch Verwitterung grünlichgrau, ja sogar bräunlich; erstere werden dann mitunter unseren Werfener Schiefern und selbst Sericitschiefern ähnlich, woraus jedoch keine weitere Folgerung gezogen werden soll. Dem nördlichst gelegenen neuen Steinbruche ist die Nordpartie des Profiles entnommen. Die Kalkbank mit Halobien und die Sandsteine erscheinen da als Einlagerung in den Mergelschiefern. Dieselben Gesteine, nur mit anderer Lagerung, findet man in dem älteren Hauptbruche. Außer diesen größeren Aufschlüssen sieht man bis auf den Rücken hinauf zahlreiche Entblößungen.

Die Ausbeute an Fossilien war eine recht karge; nur in der mit *d* bezeichneten Bank sind sie etwas häufiger gewesen. Die von mir gesammelten Exemplare scheinen z. T. keine Halobien, sondern Daonellen zu sein. Anklänge an die zwei von Anastasiu zitierten Arten: *Halobia insignis* Gemm. und

---

[1] Peters, Grundlinien, II, p. 21, Fig. 17.

[2] L. c., p. 22.

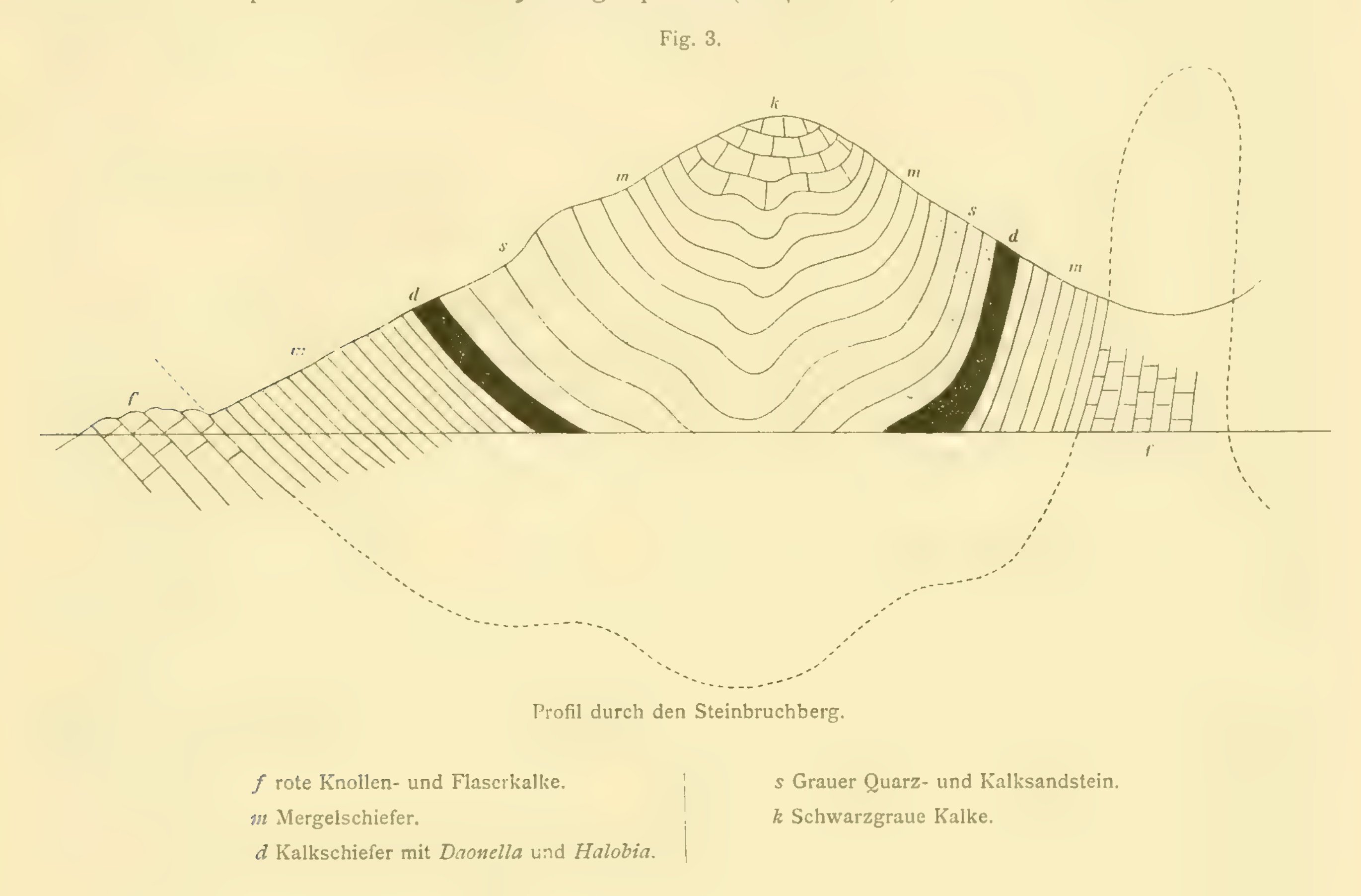
[3] Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1892, p. 496.

[4] V. Anastasiu, Thèses, p. 47, Fig. 4; p. 48 f.

Halobia fluxa Mojs. finden sich wohl in der Skulptur; *Halobia lucana* Lor. will ich nicht in Vergleich ziehen, da sie ungenügend beschrieben ist und wohl nur ein Jugendstadium repräsentiert.

Manche Exemplare gleichen völlig der von mir unten zu beschreibenden *Daonella hagighiolensis*, andere sind derselben nahestehend. Sichere Halobien kann ich nur mit Vorbehalt an *Halobia fluxa* anreihen (Brüche der Westseite), weitere unvollständige Exemplare, die der Gattung nach zweifelhaft sind, würden der Skulptur nach zu *Halobia fluxa* gut passen (Barșacbruch).

Fig. 3.



Profil durch den Steinbruchberg.

f rote Knollen- und Flaserkalke.
m Mergelschiefer.
d Kalkschiefer mit *Daonella* und *Halobia*.
s Grauer Quarz- und Kalksandstein.
k Schwarzgraue Kalke.

An sonstigen Fossilien wären zu nennen: eine *Avicula* ähnlich der *A. obtusa* Bittn. von St. Cassian, ferner Crinoidenstiele, so daß meine Funde aus dem Mergel- und Kalkkomplexe des Steinbruchberges nur die wenigen nachstehenden Fossilien umfassen:

Encrinus sp.
Avicula cf. *obtusa* Bittn.
Daonella hagighiolensis Kittl.
Halobia (aff. *fluxa?* Mojs.)
Halobia (?) cf. *fluxa* Mojs.

So unbefriedigend diese Liste auch ist, so läßt sie doch ein ladinisches Alter der betreffenden Schichten als höchst wahrscheinlich ansehen.

Das in Fig. 3 dargestellte Profil läßt sich der Hauptsache nach längs des sich von W nach O erstreckenden Steinbruchberges über den Steinbruch der Jnt. Donaukommission bis zum Macusberg verfolgen, wo ich in Barșac's Bruch in schwärzlichen plattigen Kalken mit bräunlichgelben Schichtklüften *Halobia* cf. *fluxa* Mojs. in Fragmenten großer Exemplare sammelte.

Bei dem Dorfe Malcoci erscheinen in steiler Aufrichtung schwarze Kalke mit einer Zwischenlagerung roter.

Wohl als letzter Ausläufer dieses Zuges darf das Kalkvorkommen südöstlich von Pârlița betrachtet werden, das ich nicht näher untersucht habe.

Bei Tulcea beginnt ein Zug von Quarziten und Sandsteinen, der mit dem **Beștepe** bei Mahmudiă endet. Hier sind die Quarzite grob- bis feinkörnig, dunkelrot, violett, seltener grünlich gefärbt. An der Südseite ist der Beștepe von einem Zuge dunkler Kalke und rötlicher Dolomite begleitet. Während die Kalke im Orte Mahmudiă die südlich fallenden Quarzite deutlich überlagern, grenzen die an den zwei westlichen Hügeln einsetzenden Dolomite an den fünf Hügeln in verschiedener, aber stets diskordanter Stellung an die steil aufgestellten oder sogar nördlich fallenden Quarzite. Peters berichtete über eine von ihm hier beobachtete Fächerstellung der Quarzite. In einer dementsprechenden Weise zeichnete sie auch Anastasiu in einem Profile[1] ein. Die erwähnten Diskordanzen weisen auf eine dort verlaufende Längsdislokation hin

Von den Aufschlüssen im Weichbilde von Tulcea ist noch der Steinbruch »**Bariera Babadagh**« zu erwähnen, der zur Gewinnung von Schlegelschotter benützt wird. Er liegt auf jener Anhöhe, unmittelbar südlich von Tulcea, wo die Straße nach Cataloi und Babadagh beginnt. Die unter etwa 45° nach S fallenden Schichten bestehen aus grauen, schiefrigen Kalkmergeln, bräunlichen, rötlichen und grauen, oft gefleckten Kalken und Konglomeraten. Die letzteren sind aus Kalkgeröllen gebildet, die durch ein bräunliches, kalkiges Bindemittel oder durch die Kalkmergel verbunden sind. Stellenweise tritt ein Riesenkonglomerat auf, das ein mergeliges Bindemittel hat. Eines der großen Kalkgerölle war erfüllt von kleinen Arcesten oder Joanniten, die einer genaueren Bestimmung nicht zugänglich waren. Da sandige Bänke hier fehlten und nur Mergel und mittlere und große Gerölle zu beobachten waren, so schien mir die Möglichkeit einer nachträglichen Verknetung der Gerölle mit den Mergeln während der Auffaltung der Schichten nicht ausgeschlossen zu sein.

Einige Analoga dieses merkwürdigen Aufschlusses werden noch angeführt werden. Aus diesen Befunden ist ein relativ junges, mindestens obertriadisches Alter zu folgern.

Etwas 5 *km* gerade nördlich von Cataloi, wo der der Chaussee parallele, westlich von derselben verlaufende Feldweg die Anhöhe verquert, in deren westlicher Fortsetzung der **Taușan Bair** der Karten liegt, fand ich rote, gefleckte Kalke, die petrographisch den roten Kalken am Windmühlenberge gleichen, also vielleicht den Schreyeralmschichten entsprechen.

Östlich von diesem Punkte, noch über die Chaussee hinaus, verläuft wieder ein Feldweg über die Kammhöhe; hier sah ich Kalk und Sandstein. Gute Aufschlüsse fehlten.

Délu Mare (Djal Mare). Dieser Berg oder Hügel liegt südlich von Tulcea; dessen Kulminationspunkt (205 *m*) als »Tulcea« in den rumänischen Karten verzeichnet, wird auch »Marco Mohil« genannt. Der Délu Mare ist die direkte orographische Fortsetzung des Taușan Bair nach O. Der westliche Teil desselben wird als Putu roșiu besprochen werden. Der Marco Mohil zeigt etwas grauen Kalk, dann Sandstein und Kalkmergel, also dieselben Gesteine, aus welchen der Steinbruchberg aufgebaut ist. Auf dem Kamme streicht ein aus Limonit, Milchquarz und Baryt bestehender Gang durch, der sich vielleicht östlich bis Câșla (Küschla) zieht, von wo ihn Peters erwähnt. Dieser Autor nennt einen Horizont von Kieselkalk den er in diesem Gebiete immer wieder gefunden habe. Dergleichen habe ich nicht bemerkt; oder wäre das mein Gangvorkommen? Die oben angeführten Schichten zeigen ein SW-Fallen, der Gang scheint ziemlich saiger zu stehen.

Vom Délu Mare ziehen mehrere Talfurchen gegen die Stadt Tulcea; zwischen zweien der letzteren, Groß- und Klein-Lipca (Lipka) liegt ein Rücken, wohl die »Höhe Lipka« von Peters. Daselbst sah ich im Süden gelblichbraune Quarzsandsteine, die aber kalkhaltig sind, wie jene am benachbarten Steinbruchberg, gegen N zu aber Mergelschiefer mit zwischengelagerten Konglomeraten aus schwarzen Kalkknollen (mit

---

[1] Anastasiu, Thèses, p. 47.

Fossildurchschnitten, insbesondere von Ammoniten) und schiefrigem Bindemittel. Es erinnerten mich diese Konglomerate an jene der Bariera Babadagh, in deren Streichen nach O zu sie liegen.

Ein schon von Anastasiu von Cataloi zitiertes Vorkommen von Konglomeraten ähnlicher Art, das mir nicht entgangen ist, mag wohl einem südlicheren Zuge angehören.

Alle die auf dem Höhenrücken Lipka beobachteten Schichten sind steil aufgestellt und gefaltet, die Sandsteine aber klein parallelepipedisch zerklüftet. Diese Erscheinungen wie zum Teil auch die anscheinenden Konglomeratgebilde dürften auf die Faltungen und Brüche zurückzuführen sein, welche ja auch in dem Steinbruchberge — dort aber besser aufgeschlossen — zu beobachten sind. Ob der Sandstein von Lipka in seiner bräunlichen Färbung und starken Zerklüftung als eine unmittelbare Fortsetzung der Sandsteine des Steinbruchberges, die in frischem Zustande grau gefärbt sind, betrachtet werden darf oder ein selbständiges Glied darstellt, konnte ich wegen der mangelhaften Aufschlüsse nicht entscheiden. Als wahrscheinlich sehe ich aber das erstere an.

Jacob Mogh ist die östliche Fortsetzung des Mareberges. Zwischen beiden führt die Straße nach Hagighiol durch; an dieser, bei *km* 2 von Tulcea, liegt östlich ein sehr kleiner Bruch, von dem Anastasiu einige nicht sicher bestimmbare Fossilien *(Estheria* oder *Avicula?)* aus den mit dunklen Kalken wechsellagernden Mergelschiefern anführt.[1] Ich sah daselbst auch rötlich gefärbte Kalke. Die Schichten sind steil aufgestellt, streichen nord-nordöstlich und fallen unter 80° ost-südöstlich ein. In ihrem Streichen weichen sie also von dem hier herrschenden gänzlich ab.

Auf dem Jacob Mogh zeigt sich nun ein steiles westliches Einfallen der Schichten. Die dort auftretenden Gesteine sind Quarzit und grauer Kalk. Auch ein hier durchstreichender Mineralgang mit Quarz und Baryt tritt deutlich heraus.

Der von Tauşan Bair herziehende Rücken von Triasbildungen scheint östlich von dem Jacob Mogh abzubrechen; dafür beginnt einige Kilometer weiter südlich eine neue nach O ziehende Kette von Triaskuppen mit dem Imalac Bair; ihm folgt der Tepe Tauşan, der Délu Caeracel, endlich der Munte Hârtop, welcher einen Ausläufer nördlich bis zur Donau entsendet. Daran schließen sich noch bei Morughiol und Dunavăţ einige weitere Vorkommen an, die sich längs der Donau hinziehen. Es mögen dieselben kurz einzeln besprochen werden. Bezüglich der Darstellung dieser Aufschlüsse habe ich nur zu bemerken, daß sie auf meiner hier angeschlossenen Karte mehr zusammengezogen erscheinen als auf der von Pascu verfaßten, obgleich in der Hauptverteilung eine immerhin befriedigende Übereinstimmung herrscht, welche anderen Karten gegenüber durchaus nicht gefunden werden kann.

Der **Imalac Bair** zeigt im N verschieden gefärbte (graue, grünliche, violette und rote) Dolomite und dolomitische Kalke. Auf diese legen sich südwestlichfallende graue und schwärzliche Knollen- und Plattenkalke. In den letzteren sind einzelne Lagen erfüllt von Foraminiferen- und Echinodermenresten. Auch größere Fossilien, wie Ammoniten, kommen da vor; doch müßten längere Zeit hindurch Aufsammlungen vorgenommen werden, um bestimmbare Exemplare zu gewinnen. Auch graue Kalke und Konglomerate fanden sich auf dem äußersten Hügel dieses Zuges bei nördlichem Einfallen vor.

Am **Tepe Tauşan** ist das Einfallen der Schichten ebenfalls ein nördliches bei flacherer Neigung der Schichten. Über den dunklen, etwas wellig gebogenen Kalkbänken liegen hier rötliche, graue, selbst weiße dolomitische Kalke von feinkörnig kristalliner Beschaffenheit. Die dunklen Liegendkalke sind dicht, in einzelnen Lagen fossilführend. In größerer Menge sind da zu finden: Echinodermenfragmente und eine *Homomya* sp. Die letztere bildet eine Lumachelle nach Art der *Monotis*-, *Daonella*- und *Halobia*-Bänke

[1] Anastasiu, loc. cit., p. 49.

und ist wohl analog dem Vorkommen von *Estheria* oder *Avicula*, welche G. Stefanescu[1] und Anastasiu,[2] ersterer ohne eine Lokalität anzuführen, letzterer von einem Punkte an der Straße von Tulcea nach Hagighiol erwähnen.

Der **Délu Caeracel** zeigt auf eine relativ große Strecke hin südlich fallende Kalke von meist heller grauer oder rötlicher Färbung, die hie und da dolomitisch werden, aufgeschlossen. Selten vorkommende dunkle Kalke scheinen den hell gefärbten aufgelagert zu sein. Auch hier mögen Fossilien bei längerer Nachsuche erhältlich sein; ich sah große Durchschnitte von Seeigelradiolen.

Die als **Munte Hârtop** auf den Karten eingezeichnete Höhe bildet die direkte Fortsetzung des Délu Caeracel; auch sie besteht aus meist hellen Kalken. Ihr zunächst liegt ein kleines Kalkvorkommen am Steilrande der Donau, etwa mitten zwischen Mahmudiă und Morughiol; über dunklen Kalken sieht man hellgefärbte Kalke bei nördlichem Einfallen.

Nach einer kleinen Unterbrechung erscheinen gegen **Morughiol** zu helle Kalke, die sich bis über dieses Dörfchen hinaus längs der Donau erstrecken und, nachdem sie auf eine Strecke von $1^1/_2$ bis 2 *km* gegen O unsichtbar werden, wieder am Hügel **Dunavăţ** auftauchen und so die nördliche Hälfte des ehemaligen Vorgebirges von Dunavăţ einnehmen. Bei dem Orte Dunavăţ dessus fallen die Bänke dieser Kalke, welche wohl nach ihrem Aussehen noch zur Trias gehören, gegen N, sind aber von südlich fallenden Klüften durchsetzt.

Die sumpfige Niederung zwischen Dunavăţ dessus und Dunavăţ dejos zeigt keinerlei festes Gestein; erst südlich von **Dunavăţ dejos** erscheint — den Südrand des Vorgebirges bildend — in ebenfalls sumpfigem Terrain ein kleiner Aufbruch eines braunen Sandsteines mit Glimmerschüppchen und Mergeleinschlüssen, durch seine petrographische Beschaffenheit an manche unserer Flyschgesteine erinnernd. Da dieses Gestein auch dem Kreidesandstein von Babadagh außerordentlich gleicht, so war es mir sehr wahrscheinlich, daß es auch desselben, also kretazischen Alters sei. Peters zeichnet auf dem von mir begangenen Ostrande des Vorgebirges oberjurassische Schichten ein; ich sah an dieser Stelle davon nichts.

F. Toula, der im Jahre 1893 dieselbe Stelle besucht hat, machte schon damals ähnliche Beobachtungen; er fand ein S-Fallen der erwähnten Sandsteine. Auf dem **Kara Bair** genannten weiter westlich gelegenen Hügel fand Toula dieselben Sandsteine und daneben auch den »fraglichen Jurakalk« anstehend.[3] Ich sah mich nicht veranlaßt, dieses Vorkommen näher zu untersuchen, begnügte mich mit der Feststellung der ziemlich weiten Ausdehnung des Sandsteinvorkommens und der geringeren Verbreitung der grauen, mergeligen Malmkalke. Auf der offiziellen geologischen Karte von Rumänien, (Serie XXXIV), finde ich diese Vorkommnisse meiner Auffassung nach schon eingetragen, jedoch schreibe ich ihnen eine andere Verbreitung zu. (Vergleiche die Kartenbeilage.)

Auch gegen die Karte Pascus habe ich eine abweichende Einzeichnung gemacht. Die Sandsteine von Dunavaţu dejos fehlen der letzteren überall. Peters hat statt derselben Malm angegeben.

Cataloi. Dieses ärmliche deutsche Dorf südlich von Tulcea hat schon Peters als Fundstelle von *Daonella Lommeli* Wissm. erwähnt, die nach demselben zahllos, aber in geringer Größe neben der

---

[1] G. Stefanescu, Curs de Geologi, Bukarest 1890, p. 155.

[2] V. Anastasiu, Thèses, p. 49.

[3] Die Funde von Peters sind relativ reichlich und reichen völlig aus, dieses Vorkommen als Malm sicherzustellen, mögen auch seine Bestimmungen der Fossilien einer Revision bedürfen. Seine Materialien vom Kara Bair hat mir Prof. R. Hoernes freundlichst zur Ansicht mitgeteilt. Reichlicheres und besseres Material von dort hat die Universitätssammlung in Bukarest.

konzentrisch gestreiften *Daonella Moussoni* Mér. in den grauen Schiefern vorkommt.[1] Ohne die Funde Peters' zu untersuchen, läßt sich nicht erhärten, ob er nicht etwa diesen Arten ähnliche Exemplare gefunden habe. Wahrscheinlich ist das aber nicht, wenn man die Detailangaben Peters' berücksichtigt. Vielmehr dürfte die erstgenannte Art derjenigen entsprechen, welche A. Bittner für K. A. Redlich als *Halobia fluxa* Mojs. bestimmt hat,[2] die auch von V. Anastasiu[3] und von mir dort wiedergefunden wurde. Das von Peters als *Halobia Moussoni* angeführte Fossil dürfte wohl die in den Mergeln von Cataloi vorkommende *Posidonomya* sein, die ich als *Posidonomya* cf. *alta* Mojs. anspreche und von der ich mehrere Exemplare daselbst gesammelt habe. In den Halobienschiefern fand ich außerdem Fragmente großer Ammoniten, namentlich Trachyceraten mit etwa sechs Dornspiralen, die also in die Gruppe der *Trachycerata valida* Mojs. gehören.

E. v. Mojsisovics berichtete (Verhandl. Geol. Reichsanstalt, 1873, p. 309) über ein seinerzeit von Peters aus der Dobrogea mitgebrachtes *Sageceras* von Cataloi, das sich im Hof-Mineralienkabinett vorgefunden habe. Wie berechtigt diese Angabe — welche ich nicht kontrollieren konnte, da sich das Stück jetzt nicht vorfand — war, zeigte sich darin, daß es auch mir glückte, ein *Sageceras*-Fragment bei Cataloi in den Halobienmergeln aufzufinden. Bei dem schlechten Erhaltungszustand kann man damit zufrieden sein, daß die Gattung erkennbar ist, da die charakteristischen Loben sichtbar sind; eine Artbestimmung ist natürlich ausgeschlossen. Man dürfte übrigens etwa *Sageceras Walteri* Mojs. in diesen Schichten erwarten.

Anastasiu[4] nennt von Cataloi außer der *Halobia fluxa* noch zwei andere Halobienarten, nämlich *Halobia insignis* Gemm. und *Halobia lucana* Lor., also dieselben Arten, wie am Belledia (Steinbruchberg) bei Tulcea. Die zwei letztgenannten Arten fand ich weder am Belledia noch bei Cataloi. Ich glaube, daß *Halobia insignis* auf Exemplare der *Halobia fluxa* zu beziehen sei, während *Halobia lucana* Lor. bei Anastasiu entweder mit jugendlichen Schalen von Halobien oder mit der schon genannten *Posidonomya* verwechselt wurde. Die Liste der von mir bei Cataloi in den Schiefern konstatierten Arten sind also:

Posidonomya cf. *alta* Mojs.
Halobia fluxa Mojs. sp.
Protrachyceras cf. *Archelaus* Laube sp.
Protrachyceras cf. *pseudo-Archelaus* Böckh.
Sageceras sp. ind.

Es ist diese Fauna zweifellos eine vom Alter der ladinischen Stufe; nach den Cephalopoden würde sie eher den Wengener Schichten, nach den Pelecypoden eher dem Cassianer Horizonte entsprechen. Es scheint mir selbstverständlich zu sein, daß man den rascher veränderlichen Cephalopoden ein größeres Gewicht bei der Altersbestimmung beizulegen und daher ceteris paribus die Schiefer von Cataloi als der Zone des *Protrachyceras Archelaus* angehörig anzusehen haben wird.

Meine Funde habe ich in der östlich von der Straße gelegenen alten Steinbruchgrube gemacht, während Peters von einem Hügel spricht. Es ist ganz gut möglich, daß zu Peters Zeiten der Steinbruch noch nicht so weit vertieft war, als ich denselben vorfand. Andere größere Aufschlüsse habe ich nicht gesehen. Ich notierte ein SW-Fallen der Schichten, während Peters und Anastasiu ein NO-Fallen angeben und beifügen, daß die Fossilien auf der Schichtung senkrecht stehen. Da ist also die vermeintliche Schichtung wohl nur eine die Schichten verquerende parallele Zerklüftung.

---

[1] Peters, Grundlinien, II., p. 15 (159). Die beiden Arten führt Peters als »*Halobia*« an.

[2] Verhandl. Geol. Reichsanstalt, 1896, pag. 495.

[3] V. Anastasiu, Thèses, p. 50.

[4] L. c., p. 50.

Das Gestein der Schiefer von Cataloi ist ein grünlichgrauer Kalkmergel mit eingeschalteten Kalkknollen und Lagen dunkler Kalke. Die Kalkknollen sind stellenweise stark gehäuft und bilden dann eine Art von Pseudokonglomerat.

Anastasiu erwähnt dieses Vorkommen als Konglomerat, welches die Schiefer unterteufe.[1]

Putu roșiu heißt nach einer mir gemachten Angabe jene Höhe, welche einige Kilometer nordöstlich von Cataloi (Dorf) liegt und auf der rumänischen Karte ebenfalls mit Cataloi (198 *m*) bezeichnet ist. Auf derselben und an dem daneben vom Dorfe nordöstlichen ausgehenden Feldwege fand ich grünlichen sericitischen Phyllit und Quarzit mit SW-Fallen. Ob diese Gesteine etwa unseren Werfener Schichten entsprechen, was man ja geradeso vermuten kann, wie man dies bei ganz ähnlichen Gesteinen am Semmering tat, darüber konnte ich irgend welche weitere entscheidende Beobachtungen nicht machen. Auch die Frage muß ich unentschieden lassen, wie weit dieses Gestein nach O hinzieht; weiter westlich setzt es nicht fort; da es bisher auch weiter östlich nicht beobachtet wurde, so ist dessen Aufbruch wahrscheinlich nur ein räumlich beschränkter.

Es ist das erwähnte Vorkommen vielleicht dasselbe, welches R. Pascu[2] auf seiner Karte südöstlich von Cataloi eingezeichnet hat. Diese Differenz vermag ich gegenwärtig nicht aufzuklären.

Von Cataloi aus ziehen zwei Hügelketten bis Hagighiol, welche mehr oder weniger gute Aufschlüsse darbieten. Die nördliche Kette ist niedriger und bot nur drei Aufschlüsse dar; der westlichste derselben ist der Triangulationspunkt (175 *m*), ein kegeliger Felshügel, der mir als **Tașli**[3] bezeichnet wurde. Er besteht aus vorherrschend roten Kalken, die flach nach N fallen. Von S aufsteigend, fand ich im Gestein Ammonitendurchschnitte, dann Halobienbrut, zu oberst auf der Spitze eine relativ reiche Fauna in roten Kalken, welche sich nach meinen Aufsammlungen in folgender Weise zusammensetzt:

Spirigera marmorea var. *auriculata* Bittn.
Daonella sp. juv.
Lima sp.
Pachycardia ? sp.
Murchisonia sp.
Trypanostylus sp.
**Danubites* cf. *fortis* Mojs.
Danubites celtitoides Kittl n. f.
Monophyllites transversus Kittl n. f.
* » cf. *Suessi* Mojs.
* » juv. aff. *sphaerophyllus* Hau.
» *?* indet.
Megaphyllites umbonatus Kittl n. f.
Romanites (?) primus Kittl n. f.
Sageceras (?) tirolitiforme Kittl n. f.

Diese eine Reihe von neuen Formen enthaltende Fauna schließt sich jenen der Schreyeralm- und Buloger Kalke am nächsten an, weshalb man sie wohl der Zone des *Ceratites trinodosus* anreihen darf. Daß diese Kalke der letztgenannten Zone unbedingt genau entsprächen, ist aber kaum anzunehmen, da die Fauna der Schreyeralmschichten in völlig typischer Zusammensetzung an mehreren Punkten der nächsten Nachbarschaft auftritt. Ob nun die Kalke des Tașli etwa ein wenig älter oder jünger sind als der Horizont des *Ceratites trinodosus,* welche Art übrigens aus der Dobrudscha noch nicht bekannt ist, kann vorläufig nicht entschieden werden.

---

[1] Anastasiu, Thèses, p. 50.

[2] Studii geologice si miniere in Iud. Tulcea. Bucuresçi 1904.

[3] Der auf der Karte als Tașli angegebene, südlich davon liegende Rücken soll Usum Bair heißen, unter welchem Namen derselbe dann besprochen werden wird.

Der nächste größere Hügel gegen O wurde mir als **Cara Costantin** bezeichnet. Bei NO-Fallen, unter etwa 40° fand ich hier nachstehende Schichtenfolge von unten nach oben:

a) Eine Reihe von Bänken roter Kalke, zu oberst eine Lage von *Pecten* oder *Aviculopecten* sp.,
b) eine Bank von Halobienbrut in rötlichem Kalke,
c) eine Bank rosenroten Dolomites ohne Fossilien,
d) dunkle Kalkmergel mit Hornsteinkonkretionen in bedeutender Mächtigkeit.

Dieses letztere Glied fällt rechtsinnisch den Nordabhang des Cara Costantin hinab. Die Gesteine dieses Hügels dürften hauptsächlich der ladinischen Stufe angehören. Die vorliegenden dürftigen Fossilfunde lassen eine genauere Entscheidung nicht zu.

Ein ganz kleiner Aufschluß unmittelbar nordwestlich von Hagighiol zeigt Kalk.

Hier mag auch erwähnt sein, daß in der Talmulde zwischen Cara Costantin und dem Hagighioler Rücken ein kleiner Aufbruch von grobkörnigem Granit liegt. Das Gestein besteht aus rötlichem Quarz, rötlichweißem Orthoklas und Biotit.

Die zweite auf den Höhen recht gut aufgeschlossene Hügelreihe beginnt bei Cataloi mit dem **Usum Bair** (Taşli der Karte[1]). Nur im Sattel zwischen Usum Bair und der nächsten östlichen Kuppe erscheinen rote Kalke, wogegen die Anhöhe selbst und der ganze westliche Teil des Usum Bair aus dunklen Kalken und Mergeln besteht, die zum Teil Hornstein führen. Das Einfallen ist durchaus in SW, wonach also die letztgenannten Schichten den roten Kalken ebenso aufgelagert sind wie bei Tulcea. Die roten Kalke sind seltener hell, meist dunkel gefärbt, öfter als Knollenkalke entwickelt. Daselbst fanden sich Reste von Ammoniten und Brachiopoden, darunter:

Danubites cf. *fortis* Mojs.,
» cf. *Floriani* Mojs.,
Monophyllites aff. *Suessi* Mojs.,

welche Arten keinen Zweifel darüber lassen, daß man es mit der Zone des *Ceratites trinodosus* zu tun habe.

Nach einer kurzen, etwa 500 *m* betragenden Strecke ohne Aufschlüsse beginnt die Höhe des Kairac Bair, der sich als die östliche Fortsetzung des Usum Bair darstellt und weiter unten besprochen werden soll.

Östlich von **Enichiöi und Kongaz** findet sich etwa ein halbes Dutzend von Aufschlüssen von Triasgesteinen, die aus der Lößdecke hervortreten. Die Hügel gegen Enichiöi zu zeigen zumeist rote Kalke; an der dem Dorfe zunächst gelegenen Stelle fand sich eine Bank von Daonellen- oder Halobienbrut am östlichem Ende tritt rötlicher Dolomit auf, der auf den Kasalcic Bair genannten, gegen Kongaz ziehenden Kuppen mil rötlichen und roten Kalken abwechselt, aber dort doch vorherrschend ist. In roten Kalken gegen Kongaz zu erscheinen Reste von Brachiopoden, die ich von *Spirigera marmorea* Bittn. der Schreyeralm nicht zu trennen vermag. In dieser Gegend herrscht ein flaches westliches Einfallen der Schichten. Untergeordnet kommen helle, graue bis rötliche Kalke, ähnlich jenen der Popininsel vor.

Ein kleiner Hügel ganz nahe bei Kongaz besteht aus grauen Kalken, die, nach einigen spärlichen Fossilresten zu urteilen, wahrscheinlich den ladinischen Kalken von Hagighiol gleichzustellen sind.

Der Kairac Bair zeigt gerade südlich von dem Hügel Taşli[2] von unten nach oben die Schichtfolge: rote körnige Dolomite, rote dolomitische Kalke mit undeutlichen Spuren von Fossilien, zu oberst graue Knollenkalke. Die Schichten sind schwach nach S geneigt. Auf der westlichen Kuppe fehlen die grauen knolligen Kalke, sie sind dort abgetragen; die nur aus den rötlichen dolomitischen Gesteinen aufgebaute

[1] Auf der Karte folgen dann gegen O der Kairac Bair und der Délu Petros, Namen, die mir nicht genannt wurden.

[2] Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß der Taşli der rumänischen Karten hier als Usum Bair beschrieben wird, während als Taşli hier der nördlich vom Kairac Bair gelegene Hügel bezeichnet wird.

Kuppe erscheint daher als unmittelbare Fortsetzung des Sattels östlich vom Usum Bair. Die grauen Knollenkalke ziehen aber auf der Höhe des Kairak Bair und Délu Petros östlich fort bis Hagighiol.

Hägighiol. Die von W her ziehende Hügelgruppe verbreitert sich südwestlich von Hagighiol und bietet da ihrer Kahlheit halber gute Aufschlüsse dar. Die der Trias angehörigen Gesteine tauchen aber gegen SO unter die Lößdecke hinab. In den genannten Aufschlüssen hat K. A. Redlich im Jahre 1896 Aufsammlungen gemacht, die mir derselbe für das k. k. Naturhistorische Hofmuseum übergeben hat. Es waren vorherrschend rote Kalke.

Nach Redlichs Bericht [1] hat derselbe an der Lokalität Lutu roșiu nächst einer Brunnenabteufung Fossilien der Schreyeralmschichten gefunden. Meine vorläufigen Bestimmungen der Fossilien hat Redlich unverändert wiedergegeben.

Näher gegen Hagighiol gewann Redlich eine Fauna, die ich als den Cassianer Schichten entsprechend bezeichnet habe.

Seither hat V. Anastasiu über seine dortigen Funde berichtet.[2] Es dürfte sich empfehlen, seine Angaben hier auszugsweise anzuführen.

Südlich und westlich von dem Dorfe Hagighiol nennt Anastasiu folgende Hügel: Délu cu Cunună, Căusu Mare, Căusu Mic und Lutu roșiu.

Am Căusu Mic unterschied er folgende Schichtreihe:

5 Hellroter dolomitischer Kalk, mächtig.
4 Schwärzlicher Kalk, gering mächtig.
3 Grauer fossilleerer Kalk, mächtig.
2 Rötlichgrauer Kalk, oben heller.
1 Rotbrauner Kalk

Aus 1 zitiert Anastasiu:

Monophyllites spaerophyllus Hau.
Monophyllites sp. indet.
Ceratites?
Ptychites Stoliczkai Mojs.
Ptychites A. d. Gr. d. *rugiferi,*
Ptychites n. sp.
Gymnites sp. ind.
Nautilus sp.
Aulacoceras sp. ind.
Orthoceras campanile Mojs.

Aus 2 zahlreiche Orthoceren und *Protrachyceras.*

Am Lutu roșiu ergab sich nach V. Anastasiu[3] eine ähnliche Schichtfolge, nämlich:

5 Dolomit } ohne Fossilien.
4 Schwarzer Kalk } ohne Fossilien.
3 Grauer Kalk } ohne Fossilien.
2 Roter Kalk { Zone des *Trachyceras Aonoides.* / Zone des *Trachyceras. Aon.*
1 Rotbrauner Kalk.

[1] Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 496.
[2] Siehe seine Thèses (Paris, 1898), p. 38 f.
[3] Thèses, p. 41 f.

In 1 sind Ptychiten selten, Brachiopoden häufig; ferner:

Procladiscites sp.
Gymnites sp.
Monophyllites sp. indet.
Megaphyllites sp.
Orthoceras campanile Mojs.
Rhynchonella sp.
Spirifer Mentzeli Dkr.
Pecten sp.

In 2 unterschied Anastasiu zwei Niveaux:

a) Unteres Niveau mit:

Arcestes cf. *Münsteri* Mojs. *Arcestes* sp. *Monophyllites Aonis* Mojs. *Megaphyllites* cf. *Jarbas* Mstr. *Lobites* cf. *ellipticus* Hau. *Cladiscites* sp. *Sageceras* sp. ?. *Dionites* sp. *Trachyceras* n. f. (Gr. der *falcosa?*) *Protrachyceras* n. f. *Aulacoceras* sp.	Zone des *Trachyceras Aon.*

b) Oberes Niveau in einigen Lappen beobachtet, mit;

Pinacoceras Layeri Hau. *Joannites cymbiformis* Wulf. *Monophyllites Simonyi* Hau. *Phylloceras occultum* Mojs. *Placites* sp. *Orthoceras dubium* Hau.	Zone des *Trachyceras Aonoides.*

Das Resultat, zu dem Anastasiu hinsichtlich der stratigraphischen Gliederung der Trias bei Hagighiol gekommen ist, wäre demnach folgendes:

4 Heller fossilleerer Dolomit.
3 Graue und schwarze Kalke.
2 Rote Kalke { Zone des *Trachyceras Aonoides.* / Zone des *Trachyceras Aon.*
1 Rotbraune Kalke (Zone des *Ceratites trinodosus*).

Die von Redlich am Lutu roșiu gesammelten Fossilien wurden von mir genauer durchgearbeitet und sind dieselben im paläontologischen Teile dieser Abhandlung ausführlicher beschrieben. Die somit richtiggestellte Liste der von Redlich am Lutu roșiu gesammelten Materialien ist folgende:

Rhynchonella refractifrons Bittn.
Spiriferina Mentzeli Dkr.
Mysidioptera Kittli Bittn.
Pecten subconcentricus Kittl.

Atractites sp.
Orthoceras dubium Hau.
» *campanile* Mojs.
Danubites cf. *Floriani* Mojs.
Megaphyllites sandalinus Mojs.
Monophyllites Suessi Mojs.
Procladiscites connectens Hau.
Ptychites sp.
Gymnites incultus Beyr.
Sturia Sansovinii Mojs.

Diese Liste enthält nur Arten der Schreyeralm- und Buloger Kalke.

Das Gestein, in dem diese Fossilien enthalten waren, ist ein dunkelroter Kalk.

Von einem nicht näher bezeichneten Punkte unweit vom Lutu roșiu auf dem Wege nach Zibil hat Redlich eine hellgefärbte, grau oder rot gefleckte Lumachelle gesammelt, aus der ich nachstehende Arten präparieren konnte:

Rhynchonella refractifrons var. *intumescens* Bittn.
Waldheimia aff. *gregalis* Bittn.
Waldheimia cf. *pulchella* Bittn.
Pecten cancellans Kittl
Pecten subconcentricus Kittl
Pecten sp. (glatte Form).
Pecten oder *Aviculopecten* sp.
Mysidioptera cf. *Kittli* Bittn.
Kokenella glaberior Kittl n. f.
Worthenia sp.
Trypanostylus sp.
Orthoceras sp.
Hungarites Danubii Kittl n. f.
» sp. juv.
Danubites sp. indet.
Megaphyllites angustus Kittl n. f.
Monophyllites Suessi Mojs.
» sp. indet. aff. *Suessi* Mojs.
Procladiscites crassus Hau.
Joannites? sp.
Arcestes Reyeri Mojs.

Diese Fauna steht in bester Übereinstimmung mit der früher angeführten von Lutu roșiu, hat zwar einige neue Arten, ist aber im übrigen wieder fast nur aus Formen der Zone des *Ceratites trinodosus* zusammengesetzt; sie darf also zweifellos der letztgenannten Zone zugezählt werden.

Die von Redlich bei Hagighiol gesammelten Fossilien der ladinischen Stufe sind nach meiner neuerlichen Revision folgende:

**Encrinus reticulatus* Dittm.
**Norella* cf. *Kellneri* Bittn.
**Orthoceras increscens* Kittl n. f.
» *triadicum* Mojs.
» sp.

Celtites laevidorsatus Hau.
Buchites? sp.
**Arpadites Redlichi* Kittl n. f.
°*Clionites dobrogeensis* Kittl n. f.
°*Protrachyceras furcatum* Mstr.
° » cf. *regoledanum* Mojs.
Lobites sp.
Sageceras Walteri Mojs.
Megaphyllites Jarbas Mstr.
°*Monophyllites Aonis* Mojs.
Romanites Simionescui Kittl n. f.
**Joannites subdiffissus* Mojs.
Pararcestes? subdimidiatus Kittl n. f.
» *trilabiatus* Kittl n. f. var. *crassus*.
Arcestes petrosensis Kittl n. f.
Proarcestes bicarinatus Mstr.
Arcestes cf. *Münsteri* Mojs.

Manche dieser Formen (°) sind zuerst aus der ladinischen Stufe der Südalpen bekannt geworden, andere (*) fanden sich in den unterkarnischen Hallstätter Kalken der Nordalpen, der Rest der Arten ist teils beiden Stufen gemeinsam, teils neu. Aus den noch anzuführenden Fossillisten geht hervor, daß diese Mischung ladinischer, unterkarnischer, indifferenter und neuer Arten für alle übrigen Vorkommnisse dieser Kalke recht charakteristisch ist. Ich möchte diese Kalke als Hagighioler Kalke bezeichnen und sie der ladinischen Stufe zuzählen, mit der sie die größte Artenzahl gemein haben. Dafür sprechen auch die trachyceraten Ammoniten. Indessen verlangen die unterkarnischen Formen auch Berücksichtigung, der man dadurch entsprechen kann, daß man die Hagighioler Kalke als Äquivalent der Cassianer Schichten auffaßt.

Wie oben angeführt, hat Anastasiu die Hagighioler Kalke in die zwei Zonen des *Trachyceras Aon* und des *Trachyceras Aonoides* zu trennen versucht. Eine solche Scheidung ist gewiß diskutierbar, doch scheint es mir, daß die zwei kleinen Fossillisten Anastasius das doch nicht hinreichend begründen und möchte ich noch abwarten, ob sich die Anschauung Anastasius bestätigt und wirklich eine faunistische Vertretung der Zone des *Trachyceras Aonoides* nachweisbar ist.

Abgesehen davon, daß ich selbst keine Handhabe fand, eine solche Scheidung in ladinische und unterkarnische Kalke vorzunehmen, welcher Umstand ja durch die unvermeidlichen Zufälligkeiten bei der Beobachtung bedingt sein könnte, möchte ich einige der Bedenken anführen, welche mir einer glatten Annahme von Anastasius Anschauungen hinderlich erscheinen.

1. Fanden sich nach Anastasius Angaben nur an einer Stelle isolierte Schollen mit der angeblichen Fauna der Zone des *Trachyceras Aonoides*, an anderen nicht. Eine durchgreifende stratigraphische Scheidung scheint also zu fehlen.

2. Sind ja die gesamten Cephalopodenkalke überlagert von den »schwarzen Kalken«, welche nach allem, was von ihnen in der Dobrudscha bekannt ist, auch noch ladinischen Alters sind. Ist Anastasius Annahme richtig, so wäre eine unterkarnische Fauna zwischen zwei ladinische eingeschaltet, was doch recht unwahrscheinlich ist.

3. Hat Anastasiu diese »unterkarnischen« Faunenelemente nur angeführt und nicht genauer beschrieben, so daß immerhin eine Korrektur der einen oder der anderen Bestimmung nicht als ausge-

schlossen betrachtet werden darf. Eine trachycerate Ammonitenart, deren Vorkommen das unterkarnische Niveau in zweifelloser Weise bestätigen könnte, wird übrigens nicht angeführt.

Bei wiederholten Besuchen, die ich der Lokalität Hagighiol abstattete, suchte ich einerseits Aufsammlungen zu machen, andrerseits aber die Schichtenfolge zu ermitteln. Zunächst seien mir einige Bemerkungen über die tektonischen Verhältnisse gestattet. Das Einfallen der wenig geneigten Schichten ist durchschnittlich ein südliches. Hie und da, wie an dem östlichen Ausläufer des Lutu roșiu zeigen sich flache Sättel oder Mulden.

Die von mir ermittelte Schichtfolge stimmt nicht genau mit den oben angeführten Beobachtungen Anastasius überein; namentlich die Stellung der rötlichen Dolomite ist in auffälliger Weise abweichend angegeben; die von Anastasiu zitierten unterkarnischen Kalke sind schon oben besprochen worden. Ich habe das Ostgehänge mehrmals begangen und immer dieselbe oder eine ähnliche Folge der Schichten gefunden, wie sie in dem Profile Fig. 4 dargestellt ist.

Dasselbe ist der Gegend des Lutu roșiu entnommen; dabei fehlen aber die tiefsten Glieder, die roten Schreyeralmkalke. Fast die gesamten dargestellten Schichten gehören der ladinischen Stufe an; nur die Bänke unter 1 und 2 dürften noch der Zone des *Ceratites trinodosus* entsprechen, die etwas weiter südlich besser aufgeschlossen ist.

Fig. 4.

Profil bei Hagighiol.

1. Graue plattige Kalke mit *Koninckina.*
2. Helle rote Kalke.
3. Kalkbank mit Daonellen- oder Halobienbrut.
4. Fossilreiche rote und graue Kalke mit *Romanites*, stellenweise Hornstein führend.
5. Helle, schwach dolomitische Kalke.
6. Rötlicher Dolomit.
7. Rötliche Kalke mit Halobienbrut.
8. Graue Kalkmergelschiefer.
9. und 10. Schwarze Kalke, bei 9 mit *Halobia (fluxa?* Mojs.)
11. Graue Knollenkalke.
12. Graue plattige Kalke.
13. Graue Kieselkalke.

In der Schichtserie 4 fand sich die reiche ladinische Cephalopodenfauna, die in dem paläontologischen Teile ausführlich behandelt ist. Aus jeder mir zur Verfügung stehenden Kollektion ergaben sich neue Arten; zweifellos beherbergen die Schichten noch weitere.

Der Ostausläufer des Lutu roșiu ist ein hügeliger Vorsprung, wo rote und graue Kalke eine flache Schichtfalte bilden. Die roten Kalke führen reichlich Fossilien, unter anderem besonders Cephalopoden.

In vorherrschend grau gefärbten, an Brachiopoden reichen Kalkbänken ist dort eine neue Form von *Koninckina* sehr häufig; daneben finden sich auch andere Brachiopoden, sehr selten sonstige Fossilien.

Die von mir, zum Teil auch von Redlich an dieser Stelle gesammelten Formen sind:

Koninckina productiformis Kittl.
Rhynchonella cf. *refractifrons* Bittn.
» *eupentagona* Kittl.
Atractites sp.

In nächster Nähe hievon sammelte ich in roten Kalken;

Entolium sp.
Gastropodendeckel.
Orthoceras sp.
Syringoceras sp.
Clionites evolutus Kittl.
Romanites Simionescui Kittl.

Eine *Lumachelle* von derselben Stelle enthält zahlreiche Reste juveniler Individuen, die kaum näher bestimmbar sind; selten finden sich darunter einzelne Fossilien, deren Größe eine Bestimmung erlaubt. Ich nenne von dort:

Rhabdocidaris sp. (Radiolen).
Rhynchonella sp. a. d. Gr. d. *Rh. pirum* Bittn.
» *(Nucleatula)* aff. *retrocita* Suess.
» sp.
Mysidioptera? sp.
Leda? sp.
Homomya? sp.
Dentalium cf. *lombardicum* Kittl.
Clionites sp.
Protrachyceras juv.
Sageceras juv.
Hypocladiscites (?) sp.
Lobites sp. (Mundrandstück und Lobenexemplar).
Arcestes juv.
Megaphyllites sp. juv.
Atractites sp.

Auf meiner Karte habe ich die Triasbildungen westlich von Hagighiol in der Verbreitung gezeichnet, wie ich sie beobachtet habe, während sie auf Pascu's Karte ein etwas anderes Bild darbieten; namentlich sind dort die isolierten Triasaufbrüche von Enichiöi und Congaz mit der großen Masse von Triasbildungen unmittelbar bei Hagighiol in Verbindung gebracht.

Während die Hügelzüge von Tulcea östlich bis Dunavăț hinausstreichen, brechen die südlicheren Züge bei Hagighiol jäh ab; weiter gegen OSO findet man nur noch die bekannte aus hellen Triaskalken bestehende Popininsel aus der mit dem Namen Razelmsee bezeichneten Lagune riffartig emportauchen. Näheres über die Popininsel und die Fauna der sie aufbauenden hellen Triaskalke behalte ich einer späteren Mitteilung vor. Von dem Orte Hagighiol aus ziehen die Aufschlüsse der triadischen Kalke in breitem Bande quer auf das Streichen mehrere Kilometer weit nach SW. Etwa $3^1/_2$ *km* west- nordwestlich von dem Dörfchen Sabangeak liegt der südöstlichste Triasaufschluß. Dort tritt in dem sonst ziemlich ebenen Terrain ein ganz niedriger Hügel etwas auffälliger hervor. Es brechen da rote eisenschüssige Kalke

welche eine ähnliche Cephalopodenfauna bergen, wie die ladinischen roten Kalke von Hagighiol, deren südöstlichsten Ausläufer jener Hügel bildet. Ich fand hier nachfolgende Fossilien:

Encrinus reticulatus Dittm. (Abdruck).
Atractites cf. *Böckhi* Stürzenb.
Monophyllites Aonis Mojs. — *Simonyi* Hau.
Pinacoceras (Pompeckjites) Layeri Hau.
Romanites Simionescui Kittl.
Arcestes trilabiatus Kittl.

Es ist das offenbar die unmittelbare Fortsetzung der ladinischen Cephalopodenkalke von Hagighiol. An dem eben besprochenen Aufschlusse fand ich ein flaches Südost-Fallen der roten Kalke; über ihnen liegen dickbankige Kalke von hellgrauer Färbung.

Etwa $2^1/_2$ *km* westlich von der eben beschriebenen Stelle liegt ein Hügel, der auf der Karte mit Kote 115 bezeichnet ist und angeblich den Namen **Mandra** trägt. Er liegt etwas mehr als 1 *km* südlich von dem Wege Hagighiol—Kongaz und nord-nordöstlich von Zibil. Hier taucht roter Muschelkalk vom Typus der Schreyeralmschichten auf; er führt an Fossilien:

* *Encrinus* sp. (ähnlich *Dadocrinus gracilis).*
Rhynchonella cf. *arcula* Bittn.
* *Rhynchonella refractifrons* cf. var. *bosniaca* Bittn.
* *Spirigera marmorea* Bittn. var. *auriculata.*
* *Spiriferina* aff. *balatonica* Bittn.
Retzia sp.
Lamellibranchiata indet.
** *Pleurotomaria.*
* *Danubites ?* sp. (Fragmente verschiedener Arten).
* *Monophyllites* cf. *Suessi* Mojs.
Monophyllites gymnitiformis Kittl n. f.
Sageceras cf. *Walteri* Mojs.
Sageceras n. f.
Sturia ? sp. (Schalenfragment).
Orthoceras sp.
Dictyoconites kongazensis Kittl n. f.

Diese Liste enthält 16 Formen, darunter eine ziemliche Zahl (6) von Arten, die auf die Zone des *Ceratites trinodosus* hinweisen (sie sind mit * bezeichnet), eine einzige Art, die bisher nur in der oberen Trias bekannte Analoga hat(**), während die restlichen 9 Arten ebensogut aus dem Muschelkalk wie aus jüngeren, namentlich karnischen Triashorizonten stammen könnten.

Genau im Streichen dieses Vorkommens weiter westlich (genauer WNW) liegt das schon oben erwähnte zunächst dem Dorfe Kongaz.

Der südlichste Hügelzug von Triaskalken findet sich bei **Zibil.** Es sind da drei Aufschlüsse zu erwähnen. Westlich von dem auf der Karte als Zibil bezeichneten Hügel sind umfangreichere Felspartien entblößt, wo man hornsteinführende Kalke mit ziemlich flachem westlichen Einfallen findet. Der größere untere Teil derselben ist von roter und grünlicher Farbe, darüber liegen dann dunkle fast schwarze Bänke

Fossilien fand ich dort keine, obwohl solche nicht ganz fehlen dürften. Gleich nördlich daranstoßend treten an der Straßenbiegung bei gleichem Einfallen helle Kalke ähnlich jenen der Popininsel auf, in denen Reste von Echinodermen, Korallen und Spongien vorkommen. Sie sind durch eine Verwerfungskluft von den hornsteinführenden Kalken getrennt. Die Triasvorkommnisse schienen mir nicht jene weite Verbreitung zu haben, welche auf Pascus Karte dafür angegeben ist.

Gleich östlich vom Dorfe Zibil liegt der als Toprac Taš bezeichnete Hügel; er besteht aus grauen dolomitischen Kalken, die wieder nach W einfallen.

Am westlichen Ende des Dorfes ist ein kleiner Aufschluß von grauem mergeligem Gestein. Im Streichen desselben nach O dürfte ein von V. Anastasiu erwähnter Aufschluß unmittelbar am See Babadagh in rauchgrauem Kalke liegen, wo dieser Autor *Ceratites nodosus* Haan und *Encrinus liliiformis* Link gefunden zu haben berichtet.[1]

Im Schotter am Ufer des Sees von Babadagh aber fand V. Anastasiu einen abgerollten Ammoniten, den er als *Tirolites dinarus* cf. Mojs. bestimmte. Das wäre der erste paläontologische Nachweis der Werfener Schichten in der Dobrudscha. Das von Anastasiu angeführte Muschelkalkvorkommen, welches mir nicht auffiel, fehlt auch auf Pascus Karte, ebenso scheint Pascu die Mergelkalke nächst dem Orte Zibil nicht gesehen zu haben.

Im WNW von Zibil liegt der wiederholt genannte **Denis Tepe**. Peters[2] fand diesen länglichen Hügel aus Sandstein aufgebaut, der unten braun, oben weiß gefärbt ist; er deutete denselben als ein Äquivalent des Keupers. Das Einfallen gibt er in folgender Weise an: im S nach h. 21, im N nach h. 11, so daß »der Berg das Segment einer kreis- oder halbkreisförmigen Erhebung« ist. Ich sah nun den Denis Tepe von S aus einiger Entfernung, wobei ich ein ziemlich gleichmäßiges deutliches Einfallen der Bänke gegen W wahrzunehmen glaubte; bei der Begehung fand ich das Einfallen durchschnittlich als ein gegen SW gerichtetes. An Fossilien fand ich nur mazerierte Pflanzenreste. Auch Peters glaubt, eine equisetitenartige Rindensubstanz in der Nähe eines Kohleneinschlusses gesehen zu haben.

Schon Peters hat weiter beobachtet, daß von da gegen NW hin bis Cilic Sandstein vorkommt und am letztgenannten Punkte unter roten hornsteinführenden Kalk (Peters sagt: »Kalk von Tulcea«) einfällt.

Ich muß zwar diese Sandsteinvorkommen in dem Folgenden noch öfter erwähnen, will aber an dieser Stelle wenigstens über ihr Verhältnis zum Sandstein des Denis Tepe einiges anführen.

Während dieser eine ziemlich mächtige Schichtfolge mit Ausschluß jeder mergeligen oder kalkigen Zwischenlage darstellt, findet man bei jenen nordwestlichen Vorkommen nicht nur eine mehr schiefrige Beschaffenheit und wohl auch Mergellagen, namentlich aber häufig eine graue Färbung. Am Ursprung des Cilicbaches werden die dortigen Sandsteine von den Halobienmergeln, die von Redlich aufgefunden wurden, unterlagert, wie ich erheben konnte; hier mögen also die Sandsteine der Trias angehören oder auch jünger sein.

Die Sandsteine des Denis Tepe sind also einerseits petrographisch abweichend, aber auch außer jedem sichtbaren Verband mit anderen Gesteinen. Ihr geologisches Alter ist daher vorläufig mit Sicherheit nicht zu ermitteln. Sie brauchen nicht die Fortsetzung der nordwestlichen Sandsteine darzustellen, sie können einer ganz anderen Formation angehören; auszuschließen ist es aber nicht ganz, daß sie — wie mindestens ein Teil der nördlicher aufbrechenden Sandsteine, die dort mit Mergeln und Kalken wechsellagern — der Trias angehören.

Den so überaus auffälligen Rand des Kreideplateaus von Babadagh, welcher sich längs des Taiţabaches von Cineli längs des Taiţa bis über Enisala hinaus erstreckt, hat schon Peters recht gründlich

[1] V. Anastasiu, Thèses, p. 46.

[2] K. Peters, Grundlinien, II, p. 23 (127) und 24 (128).

untersucht. Steil gestellte Schollen verschiedener älterer mesozoischer Gesteine tauchen da unter die flacher gelagerten, oberkretazischen Schichten hinab. Im äußersten Osten ist es der fossilreiche Crinoidenkalk von Enisala, der die Kreideschichten unterteuft, zwischen Babadagh und Cineli sind es auch Triasschichten, welche sich an der Bildung des Plateaurandes beteiligen. Diese Vorkommnisse sind die südlichsten Aufbrüche der Trias und bilden den südlichsten Zug derselben nördlich der oberkretazischen Zone von Babadagh. Die tektonische Bedeutung derselben ist nicht leicht genau festzustellen. Südlich legt sich die obere Kreide mit einer Diskordanz oder einem Längsbruche daran. Meine diesbezüglichen unten angeführten Beobachtungen würden eher für das letztere sprechen.

Bei dem Dorfe **Başchiöi** hat bekanntlich Peters braunroten Marmor gefunden und die in demselben enthaltenen Fossilien als Liasarten gedeutet.[1] Erst als Redlich an diesem Fundorte später wieder gesammelt hatte, konnte ich an diesem Material, welches ja auch Redlich als Lias nach Wien brachte, feststellen, daß es sich um Schreyeralmschichten handle.[2] Die Arten, welche ich bestimmte und wovon ich im Jahre 1896 eine Liste übergab, waren:

Orthoceras oder *Atractites* sp.
Procladiscites Griesbachi Mojs.
Monophyllites sphaerophyllus Hau.
Gymnites incultus Beyr.
Sturia Sansovinii Mojs.

Dazu kommt noch eine neue Art von *Gymnites.*

Herr Prof. R. Hoernes hatte die Liebenswürdigkeit, mir die von Peters bei Başchiöi gesammelten Stücke zuzusenden. Ich bestimme dieselben als:

Orthoceras sp. und
Acrochordiceras cf. *enode* Hau.

Die letztere Art ist jene, welche Peters für *Amm. Jamesoni* hielt.

Die von Peters gemachte Bestimmung ist mit Berücksichtigung der damaligen Kenntnisse kaum zu beanstanden, so ähnlich ist das *Acrochordiceras* allerdings dem *Aegoceras Jamesoni.* Die durch Peters gemachte Bestimmung eines anderen Exemplares als *Arietites* cf. *Charmassei* ist wohl gewagter gewesen.

Wenn K. A. Redlich ebendieselben Stücke als *Ptychites* anführt, so war das unzutreffend.

Ich selbst konnte an der Fundstelle keine Ergänzung der Fauna der roten Kalke von Başchiöi erzielen, da ich dort nur ein Fragment eines großen Gymniten (wohl *G. incultus* Beyr.) auffand, sonst nur Abdrücke bereits entfernter Fossilien sah.[3] Nach meinen Bestimmungen fanden sich also bei Başchiöi in den roten Kalken folgende Arten:

Orthoceras sp. (aff. *dubium* Hau).
Acrochordiceras cf. *enode* Hau.
Procladiscites Griesbachi Mojs.
Monophyllites sphaerophyllus Hau.
Gymnites incultus Beyr.
Gymnites n. f. indet.
Sturia Sansovinii Mojs.

---

[1] K. Peters, Grundlinien, II, p. 29 (173).

[2] Vergl. die merkwürdige Darstellung bei Redlich in Verhandlung der Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 499.

[3] F. Toula (Eine geologische Reise in die Dobrudscha. Vortrag des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, XXXIII. Jahrgang [1893], Heft 16, p. 51) sowie V. Anastasiu (Thèses etc., p. 45) ist es nicht besser ergangen. Beide fanden nur Spuren von Ammoniten oder spezifisch unbestimmbare Stücke. Anastasiu nennt *Monophyllites* und *Ptychites.*

Bei dem Besuche, den ich dieser Lokalität widmete, konnte ich die Richtigkeit des von Peters[1] gezeichneten Profiles erhärten, wobei natürlich nur anstatt seiner Angabe »Adnether Schicht« zu setzen ist: Schreyeralmschichten.[2] Diese bilden hier das Liegende; ihnen sind aufgelagert: schwarze Breccienkalke, schwarze Kalke, helle Kalke und endlich Dolomit. An dieser Stelle habe ich das Profil nicht weiter verfolgt.

Etwas mehr westlich von Başchiöi ergab sich ein etwas anderes Profil. In der Talsohle erscheinen wohl wieder rote Kalke als Liegendes; über ihnen aber folgen nach S zu:

Graue Mergelkalke und rote flaserige Kalke, dann ein rötlicher Kalk, roter Sandstein, Janirakalk, roter grober Sandstein mit Porphyrgeröllen, roter Crinoidenkalk, dann gelblicher Kreidekalk und Sandstein.

Der Janirakalk ist gelblichweiß gefärbt und enthält auch rote Geröllstücke von Porphyrtuff, an Fossilien aber außer Echinodermenresten:

Janira quinquecostata Sow.
Lima sp. indet.
Pecten cf. *elongàtus* Lam.
Exogyra lateralis Nils.
Pleurotomaria sp. indet.

Dieser Janirakalk repräsentiert demnach jedenfalls schon die obere Kreide (Cenoman oder Turon); er ist stellenweise auch rötlich gefärbt, was wohl auf Einschlüsse von Porphyrtuff-Fragmenten zurückzuführen ist und gehört wahrscheinlich mitsamt den roten ihn überlagernden Sandsteinen (die ja auch Porphyrgerölle einschließen) und den darüber folgenden, schon von Peters beobachteten sogenannten Crinoidenkalken zu einer stratigraphischen Gruppe. Nach den von mir begangenen Profilen ist es wohl sicher, daß die Verbreitung der Trias südlich von Başchiöi auf Pascus Karte zu weit nach S gezeichnet ist.

Ein Abstecher nach Başpunar bot mir Gelegenheit, die obere Kreide in Flyschfacies kennen zu lernen, welche dort in einem breiten Streifen über Babadagh bis zu den östlich liegenden Lagunen hinauszieht. Die äußerst ärmlichen Aufschlüsse in diesem Waldgebiete ließen gerade nur ersehen, daß dort Sandsteine, Mergelkalke und Hornsteine den Untergrund bilden. Angemerkt sei nur noch, daß der von O herziehende Porphyrzug schon 2 *km* östlich von Başpunar sein Ende haben dürfte. Dem entspricht auch die Karte von Pascu, der in der Nachbarschaft der von ihm detaillierter aufgenommenen Porphyrvorkommnisse auch Triaskalke und Carapelitgesteine einzeichnete. Von diesen sah ich nur erstere, deren geologisches Alter übrigens aus ihrer petrographischen Beschaffenheit wohl nicht mit Sicherheit erschlossen werden kann, da sie danach auch kretazischen Alters sein könnten und Fossilfunde daraus meines Wissens nicht vorliegen.

Hier dürfte auch die passendste Gelegenheit sein, das Vorkommen von Ammoniten in einem Steinbruche von Jurilofca (südöstlich von Babadagh) zu erwähnen. Sie finden sich dort in einem bräunlichen sandigen Kalk. Ein von dort stammendes Exemplar von *Pachydiscus* cf. *peramplus* Mant. wurde mir von Herrn Mironeano in Tulcea übergeben. V. Anastasiu (Thèses, p. 122) erwähnt diese Lokalität bei den Aufschlüssen des Cenomans, während Peters (Grundlinien, II, p. 47) von dort Inoceramen zitiert; er vermutet, daß »ein Teil dieser Schichten der mittleren Kreide (etwa Plänerkalkstein) angehöre«. Diese Vermutung wird durch den eben zitierten Ammonitenfund völlig bestätigt.

Südlich der Kreidezone von Babadagh, die bis Başpunar reicht, folgt die schon von K. Peters aufgenommene Zone der Grünschiefer, welche ich nicht besucht habe.

---

[1] Grundlinien, II, p. 29.

[2] In der Karte R. Pascus (l. c.) ist bei Başchiöi kein Lias mehr eingezeichnet, obgleich er im Texte (p. 6) noch angeführt wird.

Camber, zwischen Babadagh und Bașchiöi gelegen, bot mir recht interessante Aufschlüsse.

Etwas westlich von Camber, also gegen Bașchiöi zu, fand ich die Fortsetzung der bei dem letztgenannten Orte aufgeschlossenen Triasserie. Hier bei Camber sah ich bei ebenfalls südlichem Einfallen von unten nach oben (S) folgende Schichten:

Rote Schreyeralmkalke mit Fossilien,
» » » Hornstein,
» Kalke mit Crinoiden,
» » , fossilleer,
helle »
graue »
helle »
Dolomit.

Diese Serie harmoniert gut mit den Aufschlüssen bei Bașchiöi und gehört wohl noch ganz zur Trias. Die Fauna der Schreyeralmschichten ist hier nicht arm, doch kann ich von derselben nur anführen:

Ceratites sp.
Monophyllites sphaerophyllus Hau.
Monophyllites cf. *Suessi* Mojs.
Atractites sp.
Rhynchonella n. f. indet.

Gleich südlich von dem Dorfe Camber sah ich in dem nach S zu in das Gehänge eingeschnittenen Graben von unten angefangen:

Bräunlichen Dolomit,
schwarzen Kalk,
grauen Kalkmergel,
Porphyr (offenbar eine Decke bildend),
weißen Dolomit.

Unmittelbar daneben aber nachfolgende Modifikation des Profiles:

Grauer Kalkmergel,
roter Sandstein und Schiefer,
grober, roter, oben weißer Sandstein,
Porphyr,
weißer Dolomit.

Alle diese Schichten fallen gegen S ein. Auf Pascus Karte sind die Triasbildungen an dieser Stelle wahrscheinlich ebenfalls zu weit nach S gezogen.

Ich wende mich nun dem Triasgebiete zu, welches in den Hügeln zwischen **Bașchiöi, Alibeichiöi** und **Nalbant** recht interessante Aufschlüsse bietet. Wenn man, von Bașchiöi ausgehend, die Straße nach Nalbant verfolgt, so erheben sich westlich von derselben drei eine Gruppe bildende Hügel, deren westlicher mir als Tatar Bair bezeichnet wurde. Der östlich von der Straße schon näher an Nalbant zu liegende kleine Hügel heißt Chel Tepe. Der letztere besteht hauptsächlich aus hellgrauen Kalken (ähnlich jenen der Insel Popina), die nach WNW einfallen und von rötlichen und auch von grauen Kalken überlagert werden. Diese aufgelagerten Schichten findet man an den kleinen Hügeln westlich von der Straße wieder, wo sie dann von Konglomeraten und Mergelschiefern überlagert werden. Bei Nalbant selbst, und zwar südlich von der über den Bach Paraului Telița führenden Brücke sah ich in einem kleinen Graben SW fallende,

stellenweise steil gefaltete flyschähnliche Gesteine: dunkle Mergelschiefer mit Zwischenlagen dünner Sandsteinbänke, die zum Teile sehr eisenschüssig sind. Würde nicht die petrographische Beschaffenheit dieser Mergel und Sandsteine südwestlich von Nalbant eher für ein jüngeres Alter sprechen, so wäre ich geneigt, sie mit den Mergeln von Cataloi zu vergleichen und das um so mehr, als auch an dem letztgenannten Orte Konglomerate eingeschaltet sind.

Noch wichtigere Aufschlüsse fand ich auf dem **Tatar Bair** und seinen südöstlich gelegenen Vorhügeln. Das Einfallen der Schichten ist in Übereinstimmung mit dem am Chel Tepe gefundenen in WNW Von Bașchiöi aus auf den südöstlichsten Hügel aufsteigend fand ich an der Basis Melaphyrtuffe zum Teile als Mandelstein entwickelt, mit Zwischenlagen von roten Kalkbänken, darüber eine Bank grauen Knollenkalkes, zu oberst feinkörnige Sandsteine, ähnlich jenen des Denis Tepe, jedoch dunkler (mehr flyschähnlich) gefärbt. Der Tatar Bair selbst besteht nur aus diesem Sandsteine, dem eine Bank von Kalkkonglomerat eingeschaltet ist.

Die Gegend nördlich und nordwestlich von Bașchiöi haben außer K. Peters auch K. Redlich und F. Toula besucht. Der von ersterem gegebenen Beschreibung[1] derselben pflichtet Redlich bei, beanstandet aber nicht mit Unrecht die damit nicht harmonierende Darstellung der Gegend auf der geologischen Übersichtskarte der Dobrudscha von Peters.

Am Fuße des Berges Consul[2] (Pomsil) fand Toula bei einer Mühle gegenüber von Alibeikiöi Kalke und Kalkschiefer gegen S, also unter dem Porphyr einfallend.[3]

Vom Tatar Bair ziehen Aufschlüsse älterer Gesteine gegen NW bis **Alibeichiöi**; sie treten in niedrigen Bergen aus der Lößdecke hervor, die an ihren Flanken in SW und NO hinanzieht. Mergelkalke und Kalke anscheinend triadischen Alters unterteufen auf der Nordostseite der Berge die Sandsteine, welche auf der Nordwestseite als Fortsetzung der Sandsteine des Tatar Bair hinziehen. Rote und graue Flaserkalke fallen SO von Alibeichiöi unter die Sandsteine ein. Hier unterbricht ein von WSW nach ONO streichender Porphyrgang die Sedimente, indem er sie verfärbt und verändert. Nördlich von diesem Gange ist nicht nur das Streichen der Sedimentgesteine ein anderes, sondern es scheinen auch mehrere dislozierte Schollen zusammenzutreffen, wobei das Einfallen der Schichten ein fast rein westliches ist. Die östlichste Partie zeigt noch südlich von dem Porphyrgang auftauchende graue Pelecypoden-Kalkschiefer, dann nördlich von dem Eruptivgesteine graue und rote Kalke, die wohl durch die Kontaktwirkung des Porphyrs einen paläozoischen Habitus erlangt haben mögen und unseren alpinen paläozoischen Bänderkalken silurischen Alters ziemlich ähnlich sind, aber wohl nichts anderes sind als durch Kontaktmetamorphose veränderte Triaskalke.

Auch die weiter westlich in der Nähe des Eruptivganges erscheinenden phyllitähnlichen Gesteine sind vielleicht nur veränderte Mergel. Im Hangenden der einzelnen Kalk- und Mergelschollen erscheinen überall Sandsteine. Regelmäßig werden die roten Flaserkalke von den schon erwähnten Kalkschiefern mit Pelecypoden unterteuft. Eine Bestimmung der organischen Reste ist mir nicht gelungen. Ich kann sie nur mit jenen indifferenten anoplophoraähnlichen Zweischalern vergleichen, die auf der Straße zwischen Tulcea und Hagighiol beobachtet wurden.

Gegen **Accadân**, also in der Richtung gegen NW, fand ich nur Sandstein, der sich bis Meidanchiöi erstreckt, aber im O unterlagert wird von einem Zuge roten Flaserkalkes und einer darunter liegenden reichlichen Folge von Kalk- und Mergelbänken, die denen von Cataloi außerordentlich gleichen. Diese letzteren Schichten streichen in NNW hinauf bis zu dem Quellengebiete des Cilicbaches, wo K. Redlich in

---

[1] K. Peters, Grundlinien, II, p. 24.

[2] »Cineli« der rumänischen Karten.

[3] Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, XXXIII, 1893, Heft 16, p. 51.

schiefrigen Mergeln eine *Halobia* gefunden hat.[1] Nach meinen Beobachtungen sind diese Halobienschiefer von Sandsteinbänken überlagert.

Die von K. Redlich am Ursprunge des Cilicbaches in dunklen Mergelschiefern zuerst aufgefundene *Halobia* hat derselbe vermutungsweise mit *H. rugosa* verglichen;[2] sie gehört wohl in die Verwandtschaft der *H. rugosa* und *fallax*, insofern sie mitunter wellig gebogene Radialrippen zeigt. Ihr fehlt aber die durchgreifende konzentrische Knickungszone, die bei *H. fallax* so regelmäßig ausgebildet ist, bei den von mir am Cilicbache gesammelten Exemplaren aber nur stellenweise zu beobachten ist. Die *Halobia* des Cilicbaches ist eine schräge, nach vorn verschmälerte Form. Eine genauere Horizontierung des Triasniveaus, der sie angehört, erlaubt sie mit völliger Sicherheit zwar nicht, würde aber den Formen der ladinischen Stufe ganz wohl eingereiht werden können. Insbesondere sind ihre Formverhältnisse der von mir soeben genauer studierten nordischen *H. Zitteli* Lindstr.[3] analog, wenn auch eine Identität mit dieser Art keineswegs vorhanden zu sein scheint.

Nördlich von Trestenic liegt ein relativ großes Gebiet, in dem dieselben Sandsteine und Mergel herrschend sind, welche in den soeben besprochenen Gegenden vorkommen. Von Trestenic im S reichen die Sandsteine bis Cilic im N, vom Fuße des Trestenic Délu im W bis 1 *km* vor Poșta im O. Auch der Buiuc Cara Tepe besteht aus Sandstein, der nach SW einfällt. Die Mergelkalke von Cataloi tauchen an mehreren Stellen, so besonders bei Trestenic und Poșta auf. Bei Trestenic fand R. Pascu — wie mir derselbe mitteilte — in denselben unbestimmbare Pelecypoden, wohl dieselben, welche ich bei Alibeichiöi gesehen habe. Das Einfallen der Kalkschiefer ist hier ein östliches, steiles oder flaches.

Am Trestenic Délu (Zevrí Bair) fand ich steil nordöstlich fallende Phyllite, welche die Spitze bilden, während die Cataloier Kalkschiefer bei SW-Fallen den Nordosthang einnehmen.

Bei Meidanchiöi beobachtete ich folgende Verhältnisse:

Östlich fand ich NS streichenden Kalksandstein saiger oder nach W fallend, im Tale bei der Quelle einen flachen OW streichenden Sattel von Schiefer und darüber liegenden Sandstein.

Südlich von Meidanchiöi sah ich steil W einfallende Kalkschiefer von einem Porphyrgang durchzogen.

Die Triasbildungen reichen bis Nicolițel, wo SW fallende, graue und schwarze Kalke mit Mergelschieferlagen, durchsetzt von einzelnen Melaphyrgängen, auftreten. Der Piatra roșiu besteht aus Melaphyr und Melaphyrtuffen, die von Kalken umgeben sind. Ausführlicher hat F. Toula diese Verhältnisse beschrieben.[4]

Die eruptiven Bildungen, welche sich bei Bașchiöi und Nicolițel vorfinden, hängen nach dem Angeführten mit intensiven tektonischen Störungen zusammen.

Zusammenfassung.

Die Gliederung der Trias in der Dobrudscha.

Peters suchte, ohne andere Funde gemacht zu haben als die Halobien bei Cataloi, vereinzelte Fossildurchschnitte und die Fauna der Popininsel, die Trias bei Tulcea als in Werfener Schichten, Gutensteiner Kalke und Hallstätter Kalke gegliedert, zu erweisen.[5] Daß seine Deutung nicht ganz zutraf, ist wohl zu entschuldigen, da man ja damals die alpine Trias noch zu wenig kannte. Die Popinkalke deutete er als Muschelkalk.

1 Wie mir R. Pascu mitgeteilt hat, war demselben dieses Vorkommen schon lange vorher bekannt.

2 Verhandlung der Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 500.

3 Report of the 2 d. Norw. Arct. Exp. in the Fram. Nr. 7 (E. Kittl, Die Triasfossilien vom Heurekasund).

4 F. Toula, Eine geol. Reise in die Dobrudscha, l. c., p. 44 und 45.

5 K. F. Peters, Grundlinien, II, p. 15 f.

Die von Redlich gemachten Aufsammlungen gestatteten zu erkennen: das Vorhandensein von Schreyeralmkalken bei Baschiöi und Hagighiol, von Kalken der ladinischen Stufe (Niveau von St. Cassian) bei Hagighiol; die Schiefer von Cataloi wies Redlich demselben Niveau zu.

Anastasiu fügte dem die Angabe von zwei Funden bei Zibil an:[1] *Tirolites* cf. *dinarus* Mojs. lose am Ufer des Babadaghsees und *Ceratites nodosus* Haan nebst *Encrinus liliiformis* Link in rauchgrauen Kalken, welche Bestimmungen einer Revision bedürftig zu sein scheinen. Außerdem gibt er das Vorkommen einer karnischen Fauna bei Hagighiol an.

Bezüglich der Gliederung der Trias in der Dobrudscha ergeben sich aus meinen Arbeiten nachfolgende Resultate:

1. Die untere Trias — entsprechend dem Buntsandsteine der germanischen Triasprovinz und den Werfener Schichten der Alpen — ist in der Dobrudscha bisher mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen.

Als deren wahrscheinliche Vertreter kann man mit Rücksicht auf die petrographische Beschaffenheit ansehen: die Sericit-Phyllite und Quarzite am Putu roșiu bei Cataloi, die Mergel und Quarzite in Alt-Tulcea, vielleicht auch die roten Sandsteine südlich vom Hora Tepe und die Quarzite des Beș Tepe.

In paläontologischer Hinsicht ist der von Anastasiu im Ufergeröll des Babadaghsees bei Zibil gemachte Fund eines losen Exemplares von *Tirolites* die einzige Andeutung des Vorkommens mariner Werfener Schichten.

2. Das tiefste mit völliger Sicherheit erkannte Glied der Trias stellen die roten Schreyeralmkalke dar. Sie sind von folgenden Punkten paläontologisch nachgewiesen: Tulcea, Tașli, Congaz, Hagighiol, Camber, Baschiöi.

Sie stellen vier Antiklinalen oder durch Längsbrüche erzeugte Aufschlüsse dar. Der faunistische Charakter der fossilen Einschlüsse ist ein alpiner, doch fehlen nicht endemische Formen.

Über diesen roten Kalken findet man häufig eine Art von Flaserkalken (Bernoccoluto) in roter Farbe und eine gering mächtige Lage grauer oder schwarzer, aber auch heller Kalke. Nirgends fehlen die darüber erscheinenden meist rötlich gefärbten Dolomite und dolomitischen Kalke.

3. Paläontologisch sind vielfach rote, zum Teil graue Kalke der ladinischen Stufe nachweisbar, die zwar faunistisch alpinen Charakter zeigen, aber doch auch manche spezifische Formen aufweisen.

Die stratigraphische Position dieser Kalke in der bereits angeführten Serie (Hagighioler Kalke) ist noch nicht völlig geklärt. Bei Hagighiol hat es den Anschein, als wenn sie noch unter den rötlichen Dolomiten lägen.

4. Als höheres Glied stellen sich die grauen Kalkmergel und Kalksandsteine von Cataloi, Belledia und anderen Punkten ein, die durch ihre Färbung von den Hagighioler Kalken verschieden sind, aber faunistisch nicht für wesentlich jünger, eher für älter angesehen werden dürfen.

5. Die beiden unter 3. und 4. angeführten Glieder erscheinen faunistisch als Äquivalente der ladinischen Stufe der Alpen. Die Hagighioler Kalke sowohl wie die Cataloier Schichten zeigen Beziehungen zu den Cassianer Schichten, aber auch Anklänge an die Wengener Schichten. Dazu kommen bei den Hagighioler Kalken auch einige Formen, die an die nordalpinen unterkarnischen Hallstätter Kalke erinnern.

Diese letzteren haben bekanntlich eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Arten mit der ladinischen Stufe gemein. Da in den Nordalpen, wo die unterkarnischen Kalke typisch entwickelt sind, als ladinisch anzusprechende Schichten bisher fast fehlen, ohne daß eine Lücke in den Ablagerungen erkennbar wäre,

[1] Anastasiu, Thèses, p. 46.

so muß die Frage aufgeworfen werden, ob nicht unterkarnisch und (ober-) ladinisch (oberladinisch wären Wengener und Cassianer Schichten) völlig gleichaltrig sind.[1]

Ganz identische Verhältnisse fand ich am Dragulac bei Sarajevo.[2] Dazu kommen noch faunistische Tatsachen: *Protrachyceras*-Arten fanden sich in den Wengener, Cassianer und unterkarnischen Schichten in großer Zahl, aber auch in den Schlernplateauschichten, die sonst viel höher rangieren würden.

6. Bei Hagighiol sind den ladinischen Schichten rötliche Dolomite eingeschaltet. Ob die bei Camber und Baschiöi so wie in dem Zuge des Imalac Bair und des Delu Caeracel auftretenden Dolomite dieselbe stratigraphische Position besitzen, mag dahingestellt bleiben. Es ist jedoch wohl als wahrscheinlich anzunehmen.

7. Als höchstes Glied der Trias können die »Sandsteine von Trestenic« betrachtet werden, denen vielleicht auch der Sandstein des Denis Tepe zufällt.

Peters hat die Sandsteine des Denis Tepe sowie jene nordwestlich davon auftretenden als ein Äquivalent des Keupers bezeichnet.[3] Redlich hält sie für das Raibler Niveau[4] oder Lunzer Sandstein.[5] Diese zwei Anschauungen fallen ganz zusammen. Paläontologisch begründet sind sie indessen nicht, da man bis heute keinen einzigen verwertbaren Fossilfund daraus kennt. An einigen Punkten scheinen diese Sandsteine den fossilführenden Triasschichten (Mergelkalke von Cataloi) konkordant aufgelagert zu sein, an anderen scheinen sie diskordant über ihnen zu liegen. Sie können danach noch zur Trias gehören, aber auch jünger sein. Ich halte die oben erwähnte Anschauung von Peters für die wahrscheinlichste. Eine spezielle Parallelisierung ist aber bei dem Mangel einer paläontologischen Grundlage zwecklos. Obertriadische, namentlich norische oder oberkarnische Horizonte sind in den Kalken ebenfalls nicht festgestellt. Die von V. Anastasiu gemachte Angabe unterkarnischer Kalke bei Hagighiol scheint mir noch der Überprüfung zu bedürfen. Keinesfalls aber kennt man bisher ein die Sandsteine überlagerndes Triasglied oder irgend eine andere ihrem Alter nach festgelegte Formation, so daß ihre Begrenzung nach oben ganz unbestimmt bleibt.

Der Annahme eines wahrscheinlich triadischen Alters der Sandsteine, wie sie von Peters zuerst ausgesprochen, von Redlich, Pascu u. a. gebilligt wurde, schließe auch ich mich vorläufig an.

Zur Tektonik der nordöstlichen Dobrudscha.

Schon Peters hat durch seine zahlreichen und sorgfältig gearbeiteten Profile[6] den Grund zur tektonischen Erkenntnis der nordöstlichen Dobrudscha gelegt. Eine Faltung des Terrains, parallel dem Hauptstreichen der Gebirge und Hügelreihen, die aus der Lößdecke hervorkommen, ist daraus ohneweiters ersichtlich.

E. Sueß hat die Gebirge der nördlichen Dobrudscha als vorjurassischer Entstehung betrachtet und auf die Übereinstimmung ihres Streichens mit dem des Kaukasus hingewiesen.[7]

---

1 Ich habe das schon einmal angedeutet. Siehe E. Kittl, Geologische Exkursionen im Salzkammergut. IX. Internationaler Geologenkongreß, Führer Nr. IV, p. 16.

2 Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 53. Bd. (1903), p. 575 f.

3 Peters, Grundlinien, p. 24.

4 Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 500.

5 L. c., p. 501.

6 Vergl. Peters, Grundlinien, l. c.

7 E. Suess, Das Antlitz der Erde, I (1885), p. 611 bis 613.

Mrazec und Pascu berichten, im Gebirge von Macin eine Reihe isoklinaler gestreckter Falten erkannt zu haben,[1] was ich hier anführe, da das von mir untersuchte Gebiet sich östlich an jenes anreiht. Obwohl nun hie und da in dem von mir bereisten Gebiete Lagerungsverhältnisse vorkommen, welche man als Überkippungen deuten könnte, so verbietet doch der mit großer Sicherheit festgestellte bedeutende Facieswechsel der ladinischen Sedimente, solche Tatsachen in dem angedeuteten Sinne als Beweisstücke anzusehen. Eine Faltung in Verbindung mit Längsdislokationen ist sicher erkennbar. Das Vorhandensein von liegenden Falten läßt sich aber in diesem Gebiete aus petrographischen Merkmalen allein nicht ableiten.

Es ist aber vor allem die Lößdecke, aus der die älteren Formationen in unserem Gebiete meist nur in Gestalt von Kuppen hervorragen, welche sowohl die Ermittlung der stratigraphischen Schichtfolgen wie die Erkenntnis der Tektonik der nordöstlichen Dobrudscha in besonders hohem Maße erschwert. Die richtige Erfassung der genaueren tektonischen Verhältnisse unseres Gebietes ist selbstverständlich von der Ermittlung der normalen Schichtfolge abhängig. Schon Peters hat das sogenannte Normalprofil zu ermitteln gesucht; doch auch heute ist ein solches nur stellenweise bekannt und auf die übrigen Gebiete mit Rücksicht auf den bedeutenden Facieswechsel in der Trias nicht als allgemein gültig anzusehen.

Von Tulcea an nach O entspricht der Nordrand der Dobrudscha bis nach Mahmudiă einem Aufbruch paläozoischer Gesteine, der wohl in zwei getrennte Teile zerfällt. Wahrscheinlich fällt die Südgrenze derselben mit Längsbrüchen zusammen. Besonders deutlich wird das am Südfuße des Beș Tepe, wo die Triasdolomite sich bald über die steil (nach Peters fächerförmig) gestellten paläozoischen Quarzite hinlegen, bald unter sie hinein zu fallen scheinen. In der Nähe von Cataloi ist ein zweiter Aufbruch älterer Gesteine durch das Auftreten von Phylliten angedeutet. Vielleicht ist derselbe nördlich von dem alten Längsbruche begrenzt, der sich durch das Auftreten von Quarz, Ankerit und Baryt am Délu Mare und nach Peters auch am Tepe Taușan charakterisiert. Zwischen diesen zwei Aufbrüchen liegt eine ganze Falte von Triasgesteinen, die in sich vielfach gebrochen ist. Von Cataloi aus streicht eine Kette von Triashügeln in die in Donaualluvien hineinragende Landzunge von Dunavaț hinaus. Die Kalke derselben fallen meist nach S, doch mögen auch hier Faltungen und Brüche vorhanden sein. Südlich von Cataloi beginnen zwei schon oben ausführlich besprochene Hügelreihen, die offenbar durch einen Längsbruch getrennt sind, indem westlich von Hagighiol Granit emportaucht. Die Schichten der nördlichen Reihe fallen vorherrschend nach N, jene der südlichen Reihe meist flach nach S. Am östlichen Ende machen sich aber streichende Falten und Querabbrüche bemerkbar. Bis zur Depression des Taițabaches scheint gefalteter Triaskalk durchzuziehen. Diese Depression entspricht einem abermaligen Längsbruche, der von Enisala bis südlich vom Consul durchzieht. An ihm liegen die nach S geneigten Schollen von Camber und Bașchiöi. Der Abbruch des Gebirges bei Hagighiol mag einem größeren Querbruche entsprechen. Ein anderer Querbruch scheint von S her über Cataloi gegen Tulcea (Alt-Tulcea) zu ziehen. Westlich von demselben treten die wahrscheinlich obertriadischen Sandsteine auf, die am Denis Tepe am schönsten aufgeschlossen sind, von da weit nach NW hinaufziehen, aber vielfach nur recht ungenügend aufgeschlossen sind. Von den unter ihnen oft zum Vorschein kommenden ladinischen Mergeln und Kalken sind sie erst noch genauer abzutrennen. Recht kompliziert gestaltet sich die Westgrenze unseres Gebietes. Die von NW herabstreichenden Schollen von Phyllit treffen da mit den Triasgesteinen und fraglichen Sandsteinen zusammen, dazwischen aber drängen sich vielfach Porphyre und Melaphyre (wohl triadischen Alters oder jünger).

[1] L. Mrazec et R. Pascu, Note sur la structure géologique des environs d'Atmagea, Bull. soc. sc. phys. de Bucarest, 1906, Nr. 12.

Konglomeratbildungen der nördlichen Dobrudscha.

Im südlichen Teile des Maciner-Gebirges haben R. Pascu und L. Mrazec einen mehrere Kilometer breiten Zug von Gesteinen ausgeschieden, welche sie als »Carapelitsandstein« bezeichneten.[1] Sie beschreiben[2] das Gestein in folgender Weise:

»Les montagnes Balabancea-Carapcea, Carapelite et la colline Babaïr sont formées par des grès et schistes argileux rouges; des grès tuffacés et des tufs porphyriques se rencontrent sur la crête de la montagne Balabancea-Carapcea, des conglomérats contenant surtout des galets roulés de quartzites, porphyres et porphyrites sur la colline Babaïr et sur le versant N au Carapelite. Nous groupons l'ensemble des ces formations sous le nom de grès du Carapelite; elles sont très puissantes et s'étendent beaucoup plus au N jusque dans les montagnes de Cerna; au milieu du Danube elles forment le rocher isolé de Blasova.«

Diese Schiefer, Sandsteine und Konglomerate werden dem jüngeren Paläozoicum zugezählt und wurden außer in ihrem oben angegebenen Hauptverbreitungsgebiete auf Pascus Karte auch von zahlreichen anderen Punkten eingezeichnet, so östlich von Tulcea, am Derven Tepe bei Malcoci, bei Baș punar und Camber.

Ich habe solche Gesteine (Schiefer und Konglomerate) auch am Fuße des Beș Tepe nächst Mahmudiä beobachtet, ja, ich habe es sogar für möglich gehalten, daß die Quarzite des Beș Tepe in ihrer Gänze den Carapelitschichten zufallen. Freilich erschiene der größte Teil der Gesteine des Beș Tepe dann durch Druck etwas metamorphosiert.

Das Vorkommen bei Camber ist wohl analog dem bei Bașchiöi zu beobachtenden; das letztere hat mir den Eindruck gemacht, als wenn es jünger als Trias wäre, eventuell sogar zur oberen Kreide gehören könnte.

Von diesen letzteren als etwas zweifelhaften Vorkommen abgesehen darf man wohl die Carapelitkonglomerate als etwa permischen Alters ansehen.

Es finden sich aber auch Konglomerate, welche den Triasschichten aufgelagert sind, ja sogar solche, welche den letzteren eingelagert zu sein scheinen.

Schon K. F. Redlich nennt »die Kalkinsel nördlich von Trestenic« als einen Punkt, wo grauschwarze Kalke direkt den Sandstein unterlagern und ein Übergangskonglomerat beide verbindet.[3]

Von Cataloi gibt schon Anastasiu Kalkkonglomerate an, welche nach ihm die Triasschichten unterteufen,[4] die mir aber mehr tektonischen Ursprunges zu sein schienen, da die Kalkknollen von ganz gleicher Färbung sind und eine verdrückte Anhäufung von Konkretionen im Schiefer darstellen mögen.

Diesen Angaben füge ich folgende an:

Der Hügel südlich von Nalbant besteht aus Konglomeraten eigener Art. Eiförmige Gerölle aus grauem Kalk werden durch ein gleich beschaffenes Bindemittel verkittet. Solche Konglomerate finden sich auf der Nordseite des Tatar Bair als Einlagerung im Sandstein, sind also mit ihm gleichen Alters.

Desgleichen findet sich auf der Popininsel ein Konglomerat aus dunklen Kalkgeröllen.

In der Cariera Babadagh bei Tulcea sind Kalkkonglomerate mit kalkigem oder häufiger noch mergeligem Bindemittel (Riesenkonglomerat).

Ganz ähnliche Konglomerate sah ich auf der Höhe zwischen den Tälern Lipka, wo sie mir aber mehr tektonischen Ursprunges zu sein schienen.

---

[1] Vergl. R. Pascu, Geologische Karte in dessen »Studii geologice si miniere« (1904).

[2] L. Mrazec et R. Pascu, Note sur la structure géologique des environs du village d'Ortakiöi. Bull. soc. sci. phys. de Bucarest, 1806, Nr. 12, p. 5.

[3] Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1906, p. 500.

[4] V. Anastasiu, Thèses, p. 51.

Danach fänden sich in der nördlichen Dobrudscha wahrscheinlich Konglomerate von verschiedenem Alter: die wohl permischen Carapelitgesteine, obertriadische Kalkkonglomerate und ähnliche jüngere. Die genauere Untersuchung aller dieser grobklastischen Ablagerungen dürfte nicht uninteressante Ergebnisse haben.

III. Paläontologischer Teil.

Die gesamten hier bearbeiteten Materialien stammen teils von meinen im Jahre 1897 gemachten Aufsammlungen, teils von der ein Jahr vorher von K. A. Redlich ausgeführten Reise, teils von Prof. J. Simionescu, der mir die von ihm aufgebrachten, paläontologischen Materialien von Hagighiol freundlichst zur Bearbeitung überlassen hat.

Die Aufsammlungen Redlich's enthalten nur die von ihm bei Hagighiol und Başchiöi gewonnenen Fossilien, die er dem k. k. naturhistorischen Hofmuseum übergeben hat,[1] die Kollektion Simionescu's nur die Funde bei Hagighiol.

Die Bearbeitung und Besprechung der Fossilien erfolgt in den zwei Gruppen:

A. Fossilien der ladinischen Stufe,
B. Fossilien der Schreyeralmschichten.

Die erstgenannte Gruppe umfaßt die Lokalitäten: Hagighiol (mit Lutu roşiu und anderen spezialisiert angegebenen Punkten), Belledia und Cataloi, die letztere eine größere Anzahl von Fundstellen, die weiter unten noch zusammen angeführt werden sollen.

A. Ladinische Stufe.

Der allergrößte Teil der hier beschriebenen Arten stammt von der G. Stefanescu in Bukarest schon lange bekannten und von ihm selbst sowie von mehreren seiner Landsleute wie V. Anastasiu J. Simionescu und gewiß auch anderen schon ausgebeuteten Lokalität Hagighiol. Es war also Redlich nicht der erste, der diese Lokalität sammelnd betrat.

Die auf p. 15—17 angeführten Fossillisten und die Erläuterungen dazu erklären es wohl zur Genüge, wenn ich mich nicht darauf einließ, »karnische« Schichten von den »ladinischen« zu sondern[2]). Ich habe aber selbstverständlich die Fossilien der Schreyeralmschichten gesondert beschrieben. Weiter werden hier die zwei Lokalitäten Cataloi und Belledia (Steinbruchberg bei Tulcea) genannt werden müssen, da sie zwar nur wenige, dafür aber recht wichtige Arten geliefert haben, die ganz ladinischen Habitus zeigen.

a) Echinodermata.

Wie in allen Cephalopodenkalken der Trias, so finden sich auch in den ladinischen Kalken von Hagighiol nicht gar so selten vereinzelte Reste von Echinodermen: Stielglieder von Crinoiden und *Cidaris*-Radiolen. Von ersteren wird hier nur eine auffällige große Form besprochen, während alle anderen Vorkommen eine spezielle Erwähnung kaum verdienen, da es meist nur Durchschnitte waren, die ich beobachten konnte. Auch die Radiolen von Cidariten können hier nur kurz erwähnt werden; es sind darunter solche von *Rhabdocidaris*; häufiger aber sind *Cidaris*-Radiolen, teils kleine Formen, teils auch enorm entwickelte, wovon ich Durchschnitte in dem grauen Kalke von Délu Caeracel sah.

---

[1] Seine übrigen Funde haben mir nicht vorgelegen.

[2] Vgl. auch pag. 27 u. 28.

1. Rhabdocidaris sp.

Eine Radiole, welche den ähnlichen aus der alpinen Trias, insbesondere von St. Cassian sehr nahe kommt. Auf einen Artnamen darf man wohl verzichten.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle des Ostausläufers des Lutu roșiu.

2. Encrinus (Porocrinus) reticulatus Dittm.

1866. A. v. Dittmar, Zur Fauna der Hallstätter Kalke, Benecke's Geogn. pal. Beitr., II, p. 195, Taf. 20, Fig. 3 bis 5.

Diese recht auffallende Art, welche Dittmar zuerst aus den Hallstätter Kalken, und zwar von der Teltschen beschrieben hat und die in den unterkarnischen Schichten des Salzkammergutes gar nicht selten ist, aber auch in den oberkarnischen *Subbullatus*-Schichten nicht fehlt, fand sich auch in den Cassianer-Schichten von St. Cassian (hier allerdings relativ selten) und der Dobrudscha. Die vertikale Verbreitung der Art ist eine relativ große und das Vorkommen bei Hagighiol gar nicht auffällig. Bemerkenswert ist nur, daß die Art in den Cephalopodenkalken der Hallstätter Facies relativ häufiger ist als in den anderen Faciesgebilden.

Dittmar hat die Art einer besonderen Gattung *Porocrinus*[1] zugeteilt, die nach ihm durch ein System von zahlreichen radialen und vertikalen Kanälen charakterisiert ist. Erstere liegen zwischen den meist verwachsenen Stielgliedern. Die Gelenkflächen gleichen jenen von *E. granulosus* Mstr. Nur die Außenskulptur des Stieles ist eine verschiedene. Man kann daher wohl beide Arten derselben Gattung zuteilen Derselben Ansicht ist auch F. A. Bather, welcher schreibt: *Porocrinus* Dittm. »is based only on columnals, wich do not differ greatly from some of *Encrinus*.«[2]

Fundorte: Hagighiol (von Redlich und vom Verfasser gesammelt); Hügel westlich von Sabangeak (vom Verfasser gesammelt).

b) Brachiopoda.

Es werden hier 15 Formen beschrieben oder besprochen, und zwar:

1 Form der Gattung *Discina* (*D. Pascui* n. f.),
1 » » » *Koninckina* (*K. productiformis* n. f.),
3 Formen » *Spiriferina* (*Sp. primarialis* n. f., *Sp.* cf. *Fraasi* Bittn., *Spiriferina* sp. indet.),
3 » *Retzia* (*R.* aff. *Schwageri* Bittn., *R.* aff. *Mojsisoviesi* Böckh, *R.* aff. *superba* Suess.),
1 Form » *Waldheimia* (*W. subangusta* Mstr.),
6 Formen » » *Rhynchonella* (*Rh.* cf. *dilatata* Suess, *Rh. eupentagona* n. f., *Rh.* cf. *refractifrons* Bittn., *Rh.* aff. *pirum* Bittn., *Rh.* cf. *Kellneri* Bittn., *Rh.* aff. *retrocita* Suess).

Neben spezifischen neuen Formen finden sich Anklänge an Formen des alpinen Muschelkalkes, der Hallstätter Kalke und selbst der Kössener Schichten.

---

[1] Non *Porocrinus* Bill.; *Traumatocrinus* Wöhrm. (Jahrb. der Geol. Reichsanstalt, 1889, p. 190). — K. A. v. Zittel führt *Porocrinus* in seinem »Handbuche« als fragliche Gattung an, in seinen »Grundzügen« aber gar nicht.

[2] F. A. Bather, On *Apiocrinus* from the Muschelkalk. Geolog. Magazine, 1897, p. 121.

3. Discina Pascui Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 1.

Eine kleine konische Oberschale mit fast zentralem Wirbel zeigt auf der Innenseite zwei kleine ovale Muskeleindrücke nahe dem Wirbel, was nur zu *Discina* paßt. Die Schalensubstanz scheint Kalkkarbonat zu sein, so daß aus diesem Umstande ein Zweifel an der Richtigkeit der generischen Bestimmung hervorgehen würde, wenn die Schale nicht intensiv dunkelgrüne Flecken zeigen würde, was wieder auf das Vorhandensein von Phosphaten hindeutet, wie dies von den Schalen der Gattung *Discina* angegeben wird.

Aus der alpinen Trias berichtet A. Bittner nur über Arten, die er unbenannt läßt, die auch in der Tat eine spezifische Benennung kaum verdienen. Insoferne die Schalenoberfläche von *D. Pascui* nicht genau bekannt ist und nur die konische Klappe vorliegt, würde von dieser Art dasselbe gelten können. Doch vergleichen wir zunächst die Arten aus der germanischen Trias.

Von den zwei Arten älteren Datums käme nur *D. discoides* Schloth. näher in Betracht, da diese eine ähnliche Gestalt und Wirbellage besitzt, doch ist, von der etwas bedeutenderen Größe dieser Art abgesehen, doch wohl die Wirbellage eine mehr exzentrische.[1] Von den bei A. Bittner abgebildeten Formen von *Discina* ist nach der Größe nur *Discina* sp. von Ramsau zu vergleichen.[2] Auch da ist die Wirbellage exzentrischer. Es mag noch beigefügt werden, daß auch die Discinen der nordischen Trias eine viel mehr exzentrische Wirbellage aufweisen[3] als *D. Pascui.*

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar vom Autor gesammelt).

4. Koninckina productiformis Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 2 u. 3.

Der Umriß ist ungeflügelt, stets breiter als hoch; von dem Wirbelvorsprung abgesehen ist die Breite $1^1/_2$ bis 2mal so groß wie die Höhe; der Schloßrand ist gerade, lang, seitlich etwas abgerundet, der Wirbel der großen Klappe ist sehr stark gewölbt und tritt seine Wölbung über den Umriß der kleinen Klappe weit vor. Die kleine Klappe ist stark konkav und nicht so hoch wie die große Klappe. Die Armspiralen sind groß, hinten etwas verschmälert. In der kleinen Klappe ist eine mediane Leiste von zwei breiten Furchen begleitet; beiderseits davon liegt je eine schlingenförmige Furche, die etwa der Lage der Armspiralen entspricht.

Diese Art übertrifft an Wölbung sowohl *K. Telleri* Bittn. als auch *K. Leonhardi* Wissm., an welche Formen sie manchmal erinnert. Gegenüber der ersteren ist der Mangel an Flügeln, im Vergleiche mit der letzteren die größere Breite sehr auffällig.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu (pl.).

5. Spiriferina primarialis Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 4.

Eine einzige mir vorliegende große Klappe gehört einer kleinen Form mit zahlreichen Radialrippen an. Die Berippung ist relativ fein und schwach. Die Area ist groß, hoch; ihre Fläche steht auf der Kommissurebene senkrecht, nur der Wirbel ist übergebogen. Die Klappe zeigt eine flache, mediane Depression.

---

[1] E. F. v. Schlotheim, Nachträge z. Petr., p. 81 und 108, Taf. XXXII, Fig. 2.

[2] Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, p. 36, Taf. 39, Fig. 24.

[3] Vergl. *Discina Barrentsi* Joh. Böhm, Über die obertriadische Fauna der Bäreninsel. K. Svenska Vet. Ak. Handl., Bd. 37, Nr. 3 und *Discina* cf. *Barrentsi* E. Kittl, Die Triasfossilien vom Heurekasund. Rep. Sec. arct. exp. Fram 1898—1902, Nr. 7 (1907), p. 10.

Der Umriß des Klappenrandes ist gegen die Schloßlinie hin zuerst in der Weise etwas verbreitert, daß die größte Breite dem Schloßrande sehr stark genähert ist; gegen diesen letzteren findet wieder eine leichte Verschmälerung statt.

Diese Art weicht von allen bisher bekannten Spiriferinen der Trias bedeutend ab; am ähnlichsten ist sie der *Sp. Köveskalliensis;* durch die Lage der größten Schalenbreite erinnert die Art an *Sp. Fraasi* Bittn. vom Wendelstein.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

6. Spiriferina cf. Fraasi Bittn.

Die von A. Bittner[1] aus den sogenannten Cassianer Schichten der bayrischen Alpen beschriebene *Sp. Fraasi* Bittn. scheint verwandte Formen in der Dobrudscha zu finden. Leider sind es nur zwei kleine Klappen großer Individuen, die ich damit vergleichen kann. Eine derselben zeigt einen nahezu ganz entsprechenden Umriß; nur liegt die größte Schalenbreite noch etwas näher an den Schloßrand gerückt. Bei der anderen ist die an der vorderen Kommissur gelegene Abflachung nicht so groß und deutlich entwickelt.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu (Autor leg.)

7. Spiriferina sp. indet.

Ein Fragment der großen Klappe läßt vielleicht auf eine Art aus der Verwandtschaft der *Sp. (Mentzelia) Mentzeli* Dkr. schließen. Das freistehende Medianseptum ist gut zu erkennen. Die Rippen sind zahlreich, dabei aber kräftiger als bei allen aus der Trias beschriebenen halbwegs ähnlichen Formen. Ich vermag das Exemplar mit keiner bekannten Art in nähere Beziehung zu bringen.

Obwohl die Untersuchung des Exemplares zunächst auf eine Muschelkalkart hinweist, so führe ich es bei den ladinischen Arten an, weil unter den von mir selbst gesammelten Materialien sonstige Muschelkalkarten kaum vorkommen, ich also im Muschelkalke von Hagighiol nirgends Fossilien angetroffen haben dürfte.

Fundort: Hagighiol (Autor leg. 1 Exemplar).

8. Retzia aff. Schwageri Bittn.

Drei von mir bei Hagighiol gesammelte Fragmente der Gattung *Retzia* gehören drei verschiedenen Arten an. Doch ist wegen der Unvollständigkeit der Reste eine genaue Bestimmung derselben ausgeschlossen. Einige Bemerkungen zur Charakterisierung derselben sind aber doch nötig. Keine der Formen zeigt eine nähere Verwandtschaft zu den Retzien der Cassianer Schichten: *R. Münsteri* Bittn. und *R. ladina* Bittn.

Das eine zunächst zu erwähnende Exemplar zeigt nur wenige (vier bis sechs) ungeteilte Radialrippen und eine deutliche Medianfurche. Diese Eigenschaften verweisen unsere *Retzia* in die Verwandtschaft der *R. Schwageri* von Köveskallia und Reutte. Auffällig ist die sehr geringe Rippenzahl, die noch kleiner ist als bei *R. Schwageri.*[2]

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

---

[1] A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 165, Taf. 40 und 41.

[2] Vergl. A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 21.

9. Retzia aff. Mojsisovicsi Böckh.

Ein anderes Exemplar zeigt bei einer birnförmigen Gestalt 7 bis 8 Seitenrippen, steht also in Bezug auf die Anzahl der Rippen zwischen *R. Mojsisovicsi* Böckh von Köveskallia und *R. pretiosa* Bittn. der norischen Hallstätter Kalke, da erstere nach Bittner 6 bis 7 Seitenrippen, letztere aber deren 9 bis 10 besitzt.[1]

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

10. Retzia aff. superba Suess.

Das dritte Fragment von *Retzia* endlich zeigt eine geringe Zahl von kräftigen Radialrippen, die sich zum Teil gabeln, zum anderen Teil Einschaltungen schwächerer Rippen zeigen. Es ist das der Charakter der Skulptur der rhätischen *R. superba* Suess,[2] die also in der Dobrudscha ältere Vorläufer besitzt.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

11. Waldheimia (Aulacothyris) subangusta Mstr. sp.

1890. A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, p. 63.

Diese variable Art der Cassianer Schichten ist durch ein Exemplar vertreten, von dem leider der Schnabel abgebrochen ist, welcher verhältnismäßig stark entwickelt gewesen sein dürfte. Die kleine mit einem langen Medianseptum versehene Klappe ist median eingedrückt, wie bei dem von Bittner l. c. in Fig. 9 auf Taf. I (var. *opercularis*) abgebildeten Exemplar.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

12. Rhynchonella cf. dilatata Suess.

Obgleich sich das einzige vorliegende Exemplar im Umrisse auch an eine gewisse Varietät von *Rh. pirum* Bittn. (vergl. Brachiopoden der alpinen Trias, l. c., Taf. IX, Fig. 3) anschließt, entfernt es sich doch durch die größere Ausbildung der Schnabelregion der großen Klappe davon sehr bedeutend. Einen ähnlichen, wenn auch nicht so auffälligen Unterschied zeigt die *Rhynchonella* von Hagighiol gegen *Rh. dilatata.*[3]

Fundort: Hagighiol (Autor leg. 1 Exemplar).

13. Rhynchonella eupentagona Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 5.

Der Umriß der Klappen bildet ein gerundetes Fünfeck, wovon drei Seiten (die vordere, den Stirnrand einnehmende, welche am längsten ist, und die beiden den Schnabel einschließenden) etwas länger sind als die zwei übrigen. Beide Klappen sind flach, die Stirnseite zeigt einen breiten erhöhten Sinus, die

---

[1] Vergl. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, p. 20 und 247.

[2] Vergl. A. Bittner, Brachiopoden der alp. Trias, p. 286, und H. Zugmayer, Unters. über rhätische Brachiopoden, Beitr. z. Pal. Öst.-Ungarns, Bd. I, 1880, p. 34.

[3] A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 212, Taf. VIII, Fig. 1 bis 19.

größere Klappe eine vom Wirbel ausgehende flache Medianfurche, die sich gegen die Stirne zu verliert.

In ihrem Aussehen, namentlich durch den Umriß, erinnert diese neue Art an gewisse *Spirigera*-Formen wie insbesondere *Spirigera marmorea* Bittn. var. *latifrons,* aber auch an triadische Arten von *Rhynchonella* (*Rh. protractifrons* Bittn. etc.). Doch verweisen die Gestalt des Schnabels der großen Klappe sowie auch der stets radiale Verlauf der Schalenfasern auf *Rhynchonella.*

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu, Brachiopodenbank (Autor leg.)

14. **Rhynchonella** cf. **refractifrons,** Bittn.

Mit der bekannten Art aus den Schreyeralmkalken stimmt ein Exemplar aus den Brachiopodenbänken von Hagighiol recht gut überein.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu (Autor leg.).

15. **Rhynchonella** aff. **pirum** Bittn.

Es sind mehrere kleine — also wohl jugendliche — Exemplare, welche die für gewisse Hallstätter Kalke charakteristische *Rh. pirum* Bittn.[1] in den Hagighioler Kalken vertreten.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle des Ostausläufers des Lutu roșiu.

16. **Rhynchonella (Norella)** cf. **Kellneri** Bittn.

Für die inversen Rhynchonellen hat bekanntlich A. Bittner den Untergattungsnamen *Norella* vorgeschlagen.[2] Diese Gruppe scheint nach den bisherigen Kenntnissen nur bis zu den Cassianer Schichten hinabzureichen. Unter den beschriebenen Formen ist unserem Exemplar recht ähnlich *Norella Kellneri* Bittn.,[3] doch ist ersteres leider so unvollständig, daß eine genaue Vergleichung undurchführbar ist. Der Umriß beider ist gleich, der herabhängende Stirnsinus bei dem Exemplar von Hagighiol breiter und weniger tief, die Seitenlinien des Sinus sind etwas schräg gestellt wie bei *Propygope Hagar* Bittn.,[4] welche Art aber zu den Terebratuliden gehört, während das vorliegende Exemplar aus der Dobrudscha deutlich faserige Schalenstruktur erkennen läßt, also zweifellos zu den Rhynchonelliden gehört.

Fundort: Hagighiol (Lutu roșiu), von K. A. Redlich in 1 Exemplar gesammelt.

17. **Rhynchonella (Nucleatula)** aff. **retrocita** Suess sp.

Liegt in einem Fragmente eines größeren Exemplares und in einem kleinen vollständigeren Individuum vor.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle des Ostausläufers des Lutu roșiu.

---

[1] A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, l. c., p. 214, Taf. IX.

[2] A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 315.

[3] A. Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias, Nachtrag I, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVII, Heft 2, p. 25, Taf. III, Fig. 3 und 4.

[4] A. Bittner in Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, p. 210, Taf. V, Fig. 24 und 25.

c) Lamellibranchiata.

Wenn hier nur neun Arten angeführt werden, welche sich auf die sechs Gattungen *Avicula, Posidonomya, Daonella, Halobia, Lima, Pecten* und *Homomya* verteilen, so entspricht das wohl nicht der Zusammensetzung der ladinischen Faunen der Dobrudscha, sondern mehr der Schwierigkeit, von allen vorhandenen Arten bestimmbare Exemplare zu erhalten. Gar manche nur fragmentarisch vorliegende Arten mußten aus diesem Grunde unberücksichtigt bleiben.

18. Posidonomya cf. alta Mojs.

In den Mergeln von Cataloi erscheint zusammen mit den Halobien ein sicher als *Posidonomya* von den ersteren unterscheidbarer Lamellibranchiat. Ziemlich kreisförmiger Umriß, eine nur aus konzentrischen Wellen bestehende, jeder Radialrippung entbehrende Skulptur, verbunden mit einer Größe, welche die juveniler Daonellen und Halobien bedeutend übertrifft, sind die charakteristischen Gattungsmerkmale dieser *Posidonomya,* welche der durch E. v. Mojsisovics[1] von Vaszony beschriebenen *P. alta* am nächsten steht. Außer einigen großen ausgewachsenen Exemplaren finden sich in den Mergeln von Cataloi wohl auch zahlreiche Jugendexemplare.

Unsere *Posidonomya* ist vielleicht noch etwas höher als *P. alta,* jedenfalls aber größer und kräftiger gerunzelt als letztere und mehr der Kreisform genähert.

Fundort: Cataloi, Steinbruch (Autor leg,).

19. Daonella hagighiolensis Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 6 und 7.

Im Umrisse länger als hoch, schräg-oval, zeigt diese Form eine Skulptur, die in vieler Hinsicht jener von *D. Lommeli* ähnlich ist. Die Anzahl der primären Radialfurchen ist beiläufig dieselbe, die Einschaltung der sekundären, tertiären und quaternären Furchen und ihre gegenseitige Stärke ist ebenfalls eine ähnliche. Jedoch kommt die Radialskulptur erst bei relativ vorgeschrittenerem Größen(Alters-?)stadium zur Entwickelung, die Primärfurchen (9 bis 11 an der Zahl) sind in einer Entfernung von 1 *cm* vom Wirbel noch allein vorhanden und beginnen hier erst Sekundärfurchen. Die Rippen erscheinen daher in dieser Zuwachszone in ganz auffälliger Breite. Hinten bleibt ein dreieckiges Feld (das hintere Ohr) nahezu glatt und furchenfrei, soweit das beobachtet werden konnte; ob dieser Mangel an Skulptur bei dem Hinterohre auch noch am Rande größerer Exemplare auftritt, ist nicht festgestellt. Der Wirbel zeigt einen kräftig ausgebildeten Prodissoconch, der von konzentrischen Runzeln umgeben ist.

Ein glatt ausgebildetes hinteres Ohr ist bei Daonellen relativ selten; ich nenne von diesen seltenen Fällen insbesondere *D. Sturi* Mojs.

Der Hauptunterschied der *D. hagighiolensis* gegen *D. Lommeli* liegt in der glatten Beschaffenheit des großen Hinterohres sowie in der späteren Ausbildung der Radialskulptur; es sind die Schalen der ersten Art auch etwas höher.

Nach der Beschaffenheit des Hinterohres müßte *D. hagighiolensis* zu der Gruppe der *D. Moussoni,* nach der sonstigen Beschaffenheit der Schalenoberfläche aber zu der Gruppe der *D. Lommeli* (bei Mojsisovics, l. c.) gestellt werden. Ich meine, daß unsere Art aus der Dobrudscha mit *D. Lommeli* verwandt ist; noch näher dürften ersterer gewisse Funde von der Marmolata stehen, die zum Teil als

---

[1] Triasverstein. a. d. Südalpen. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1873, p. 438, Taf. XIV, Fig. 6 — *Estheria* [illegible] Gemm. (Sul Trias della reg. occ. della Sicilia, Mem. R. Acc. dei Lincei, 1882, tav. V, Fig. 13, 14) ist ebenfalls in der Gestalt ähnlich, jedoch viel kleiner. Sie ist wohl eine Lamellibranchierbrut und keine *Estheria.*

D. Lommeli beschrieben wurden[1] sowie andere noch nicht veröffentlichte Formen aus den Buchensteiner-Schichten.

Es würde sonach *D. hagighiolensis* ihrem Entwickelungsstadium nach auf tiefere ladinische Schichten hindeuten.

Fundorte: Hagighiol, 2 Exemplare vom Autor gesammelt; Steinbruchberg bei Tulcea in den Halobien- und Daonellenschiefern (vom Autor gesammelt).

20. Daonella Anastasiui Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 8.

In der Berippung etwa zwischen *D. badiotica* und *D. Taramellii* stehend, verrät diese *Daonella* durch ihre schräg-ovale Gestalt, die sich aus dem Verlaufe der konzentrischen Wellen erschließen läßt, wohl auch verwandtschaftliche Beziehungen zu den genannten alpinen Formen. Die Region des Hinterohres zeigt fünf, jene des Vorderohres vier mäßig breite ungeteilte Rippen. Solche findet man noch unmittelbar im Anschluß an die der Region des Vorderohres, während alle übrigen Rippen schmäler sind; jene der hinteren Schalenhälfte erscheinen gepaart, also durch Gabelung der Primärrippen entstanden.

Während *D. badiotica* Mojs. und *D. tirolensis* Mojs. weniger geteilte Rippen als *D. Anastasiui* besitzen, zeigt die *D. Taramellii* eine weitergehende Rippenzerspaltung.

Fundort: Hagighiol, 1 Exemplar vom Autor gesammelt.

21. Halobia fluxa Mojs. sp.

1874. *Daonella fluxa* Mojsisovics, Über *Daonella* und *Halobia*, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VII, Heft 2, p. 16, Fig. 14 und 15.

1895. *Halobia fluxa* Bittner, Lamellibranchiaten der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVIII, Heft 1, p. 79, Taf. IX, Fig. 27 bis 29.

Nach der ausdrücklichen Angabe K. Redlichs[2] hat A. Bittner schon die von jenem bei Cataloi gesammelten Halobien als *H. fluxa* bestimmt. Ich konnte diese Exemplare nicht vergleichen, aber die aus meinen eigenen Aufsammlungen stammenden Stücke von derselben Lokalität gestatteten mir, mich von der Richtigkeit der Bestimmung Bittner's zu überzeugen. Die bei Cataloi so häufige *Halobia* kann in der Tat mit *H. fluxa* der Mergel von St. Cassian identifiziert werden. Die von A. Bittner abgebildeten Exemplare scheinen mir zwei Varietäten anzugehören: *a)* typisch wären jene Stücke, die in Übereinstimmung mit dem Original bei Mojsisovics in den Rippen der Hinterseite nur geringe Undulationen zeigen, *b)* eine Varietät würden dagegen solche Exemplare darstellen, die, wie das in Fig. 29 bei Bittner l. c. abgebildete Exemplar, in der Partie der Hinterrippen eine so starke Undulation erkennen lassen, wie sie sonst fast nur bei *H. rugosa* gefunden wird. Es sind die typischen Exemplare, mit welchen die von Cataloi recht gut übereinstimmen, weil den letzteren die oberwähnte gut ausgebildete Undulierung der Hinterrippen ebenfalls fehlt.

Vom Steinbruchberge bei Tulcea zitieren Redlich und Anastasiu ebenfalls *H. fluxa*. Ich habe auf der Westseite des Steinbruchberges nur Fragmente gefunden, die sich darauf beziehen lassen. Teile großer Individuen, die sich in Barşacs Bruch auf der Ostseite gefunden haben, stelle ich dagegen unbedenklich zu *H. fluxa*. Nun fand ich aber neben der *Daonella hagighiolensis* auf der Westseite des Berges eine sichere *Halobia*, die aber weniger und breitere Rippen besitzt als *H. fluxa*, derselben übrigens ähnlich ist.

---

[1] W. Salomon, Geol. und pal. Studien über die Marmolata. Palaeontographica, Bd. XLII, Taf. V, Fig. 2.

[2] Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 495, Anm. 2. — Auch V. Anastasiu (Thèses, p. 51) führt *H. fluxa* von Cataloi an.

Hier mag auch die Angabe V. Anastasiu's über das Vorkommen von drei Arten von *Halobia* auf dem Steinbruchberge nochmals besprochen werden. Die drei Arten sind: *H. fluxa, H. insignis* Gemm. und *H. lucana* Lor. Während ich das Vorkommen der erstgenannten ja immerhin bestätigen kann, möchte ich von einer Diskussion der kleinen *H. lucana* Lor.[1] deshalb absehen, weil ich diese Art für ein Jugendstadium halte, bei welchem die Artcharaktere noch nicht genügend entwickelt sind und mir überdies damit vergleichbare Exemplare nicht vorliegen.

Bezüglich der Angabe des Auftretens der *H. insignis* Gemm. möchte ich bemerken, daß unter meinen Materialien damit vergleichbare Stücke wohl vorhanden sind, ich aber nicht finden konnte, daß sie dieser Art mit Sicherheit zugeteilt werden können. Es ist wohl die weitgehende Rippengabelung wie bei *H. insignis*[2] vorhanden, aber erstens ist die Rippenspaltung bei manchen Exemplaren noch weiter ausgebildet und dann ist ja die Rippenteilung eine Eigenschaft vieler Arten. Was aber den mir vorliegenden Exemplaren vom Steinbruchberge bei Tulcea fehlt, das ist der für *H. insignis* charakteristische, völlig kontinuierliche Verlauf der Rippen; die letzteren sind vielmehr hie und da etwas unduliert oder schwach geknickt, welche Eigenschaft wieder zunächst auf *H. fluxa* hinweist.

Fundorte: Cataloi (zahlreiche Exemplare); Tulcea, Steinbruchberg (Barșacs Bruch).

22. Avicula cf. obtusa Bittn.

Eine unvollständige linke Klappe einer *Avicula,* welche auf einer etwas knolligen Schichtfläche einer schwarzen Kalklinse aus hellgefärbten Mergeln liegt, scheint mir der *A. obtusa* Bittn. von St. Cassian[3] nahe zu stehen, obgleich sie etwas größer ist als die zitierte Art.

Es mag hier bemerkt werden, daß ich auch auf der Ostseite des Steinbruchberges ein unbestimmbares Fragment einer *Avicula* fand.

Fundort: Tulcea, Steinbruchberg.

23. Lima (Mysidioptera) sp.

Ein unvollständiges Exemplar erweist das Auftreten der Gattung *Lima,* und zwar wahrscheinlich der Untergattung *Mysidioptera.*

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

24. Pecten (Entolium) sp.

Ein unvollständiges Exemplar zeigt, daß diese Gattung auch hier durch eine Art vertreten ist.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu (1 Exemplar, Autor leg.).

25. Pecten concentricestriatus Hoern.

1855. M. Hoernes, Die Gastrop. u. Aceph. der Hallst. Schichten. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XI, p. 54, Taf. II, Fig. 22.

Ein allerdings unvollständiges Exemplar läßt mir kaum einen Zweifel an der Vertretung dieser Art übrig, welche in den karnischen Hallstätter Kalken häufig ist und in der gleichen Facies des Muschelkalkes (Schreyeralmschichten) schon einen überaus ähnlichen Vorläufer[4] besitzt.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar vom Autor gesammelt).

---

[1] G. de Lorenzo, Sul Trias dei Dintorni di Lagonegro. Atti R. Acc. delle science fis. e mat. di Napoli, ser. 2, vol. V, Nr. 8, 1892, p. 15, Fig. 7.

[2] G. G. Gemmellaro, Sul Trias della regione occidentale della Sicilia. Mem. R. Acc. dei Lincei, ser. III, vol. XII, Roma 1881—1882, p. 459, tav. II.

[3] A. Bittner, Lamellibranchiaten der alpinen Trias. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVIII, 1895, p. 72, Taf. VIII, Fig. 16.

[4] E. Kittl, Geologie der Umgebung von Sarajevo. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1903, Bd. 53, 1904, p. 712 (*P.* [illegible] *concentricus*).

26. Homomya sp. indet.

Taf. III, Fig. 1.

In den dunklen Kalken des Tepe Taușan findet sich eine Anhäufung von Zweischalern, die ich ähnlich gewissen *Anodontophora-* oder *Homomya-*Arten finde. Schon früher (p. 9 u. 10) habe ich darauf hingewiesen, daß dieses Vorkommen an die Angaben Stefanescus und Anastasius von dem Auftreten von *Estheria-* oder *Avicula-*Lumachellen erinnert, wovon ich übrigens die Belegstücke nicht vergleichen konnte.

Die kurze Vorderseite und die lange und breite Hinterseite unseres Fossils ergibt einige Analogien mit den durch J. Böhm von der Bäreninsel beschriebenen *Homomya-* und *Anoplophora-*Arten.[1]

Ein identisches Exemplar fand sich auch bei Hagighiol in graubraunen Kalken.

Fundort: Schwarzer Kalk des Tepe Taușan bei Mahmudiă, Brachiopodenbänke vom Ostausläufer des Lutu roșiu bei Hagighiol.

d) Gastropoda und Scaphopoda.

Von diesen beiden Klassen konnte hier nur je ein Vertreter spezifisch namhaft gemacht werden, da diese Reste verhältnismäßig selten auftreten und auch dann oft nur ganz fragmentarisch. Den zwei unten angeführten Arten mag noch der Deckel eines Gastropoden beigefügt werden, der jenen sehr ähnlich ist, die von St. Cassian bekannt sind und als Deckel von *Naticopsis* beschrieben wurden.[2]

27. Dentalium lombardicum Kittl.

Mehrere Exemplare schließen sich dem *D. lombardicum* Kittl[3] aus den Esinokalken recht gut an, werden aber bedeutend größer; trotz dieses letzteren Umstandes nehme ich keinen Anstand, sie mit der genannten Art zu identifizieren.

Fundort: Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu.

28. Neritaria subincisa Kittl.

Ein Gehäuse mit einem Apikalwinkel von etwa 120°, mit kräftigen Zuwachsstreifen, die von der Naht weg nach rückwärts gewendet sind. In dieser Beziehung sowie in der Gestalt trifft das Gehäuse mit *Protonerita subincisa* Kittl[4] überein, von welcher Art es in keiner Weise zu unterscheiden ist.

Fundort: Hagighiol (Koll. Simionescu, 1 Exemplar).

e) Cephalopoda.

Es sind fast durchwegs Formen vom Typus der alpinen Trias, die sich in den ladinischen Schichten der Dobrudscha fanden. Von den beschriebenen 55 Formen sind 15 identisch mit Arten der alpinen Trias, die meisten der übrigen stehen solchen der alpinen Trias außerordentlich nahe, 2 unter den 19 als neu beschriebenen Arten sind den Triasgebieten der Alpen fremd:

Atractites paliformis und *Romanites Simionescui.* Letztgenannte Form ist der Repräsentant einer neuen Gattung.

---

[1] Joh. Böhm, Über die obertriad. Fauna der Bäreninsel. K. Svenska Vetensk. Ak. Handl., 37. Bd., Nr. 3. Taf. 5, Fig. 33 bis 35.

[2] Vergl. E. Kittl, Gastropoden d. Sch. v. St. Cassian (Ann. d. k. k. Naturhist. Hofmus., Bd. VII, 1892, Taf. VII, Fig 5).

[3] E. Kittl, Gastropoden der Esinokalke (Ann. d. k. k. naturh. Hofmus. Bd. XIV, 1899. p. 4, Taf. I. Fig. 1).

[4] E. Kittl, Gastropoden der Marmolata. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1895, Bd. 44, p. 131, Taf. II, Fig. 26 bis 29, und E. Kittl, Gastropoden der Esinokalke (Ann. Wiener Hofmus., Bd. XIV, 1890, p. 68, Taf. II, Fig. 13).

Es werden hier besprochen:

4 Formen der Gattung	*Atractites (A.* cf. *Böckhi* Stürzb., *A. ausseeanus* Mojs., *Atractites* sp. indet., *A. paliformis* n. f.).
2 » »	*Orthoceras* (*O. increscens* n. f., *O. triadicum* Mojs.).
2 » »	*Nautilus* (*Syringoceras* sp. indet., *Trachynaut. minuens* n. f.).
1 Form » »	*Arpadites* (*Dittmarites Redlichi* n. f.).
1 » »	*Celtites* (*C. laevidorsatus* Hau. sp.).
1 » »	*Buchites* (*Buchites* sp. indet.).
6 Formen » »	*Clionites* (*Cl. dobrogeensis* n. f., *Cl.* cf. *Arnulfi* Mojs., *Cl. promontis* n. f., *Cl. Mrazeki* n. f., *Cl. evolutus* n. f., *Clionites* sp. indet. juv.).
6 » »	*Protrachyceras* (*P. furcatum* Mstr. sp., *P. Rudolphi* Mojs. var. *euxina* Kittl. n. v., *P.* cf. *Archelaus* Lbe. sp., *P.* cf. *pseudo-Archelaus* Böckh., *P. sirenitoides* n. f., cf. *regoledanum* Mojs.).
1 Form » »	*Trachyceras* (*T.* cf. *Aon.* Mstr. sp.).
4 Formen »	*Lobites* (*L. monilis* Lbe. sp., *L.* cf. *ellipticus* Hau. sp., *Lobites* 2 sp. indet.).
1 Form »	*Jovites (J. euxinus* n. f.).
2 Formen »	*Sageceras* (*S. Walteri* Mojs., *Sageceras* sp. indet. juv.).
1 Form »	*Pinacoceras* (*Pompeckjites Layeri* Hau. sp.).
2 Formen »	*Megaphyllites* (*M. Jarbas* Mstr. sp., *Megaphyllites* juv. cf. *applanatus* Mojs).
1 Form » »	*Monophyllites* (*M. Aonis* Mojs.).
1 » »	*Romanites* (*R. Simionescui* n. f.).
1 » »	*Procladiscites* (*P. ? Pascui* n. f.).
1 » »	*Cladiscites* (*C. primitivus* n. f.).
1 » »	*Hypocladiscites* (*H.* ? sp. indet.).
5 Formen »	*Joannites* (*J. subdiffissus* Mojs., *J. Klipsteini* Mojs., *J. Stefanescui* n. f., *J. Alimanestianoi* n. f., *Joannites* f. indet.).
1 Form »	*Sphingites* (*S.* cf. *Meriani* Mojs.).
5 Formen » »	*Proarcestes* (*P. Gaytani* Klipst., *P. bicarinatus* Mstr. sp., *P.* cf. *Münsteri* Mojs., *P. Barrandei* Lbe. sp., *P.* aff. *subtridentinus* Mojs.).
6 » » »	*Arcestes* (*A. subdimidiatus* n. f., *A. trilabiatus* n. f., *A. trilabiatus* var. *crassus* n. f.., *A.* aff. *Antonii* Mojs., *Arcestes* 2 f. indet.).

29. **Atractites** cf. **Böckhi** Stürzb.

Das vorliegende Exemplar zeigt elliptischen Querschnitt, einen Divergenzwinkel von 10° (also etwas größer als bei *Atr. Böckhi* nach Mojsisovics), eine Distanz der Kammerscheidewände von etwa $^1/_2$ des kleineren unteren Querschnittdurchmessers (also wieder etwas größer als bei *Atr. Böckhi).*

Fundort: Hügel westlich von Sabangeak (1 Exemplar).

30. **Atractites ausseeanus** Mojs.

Ein aus vier Kammern bestehendes Fragment eines Phragmokones zeigt schwach elliptischen Querschnitt (mit 33 *mm* Maximaldurchmesser), denselben Gehäusewinkel wie *Atr. ausseeanus,* eine ganz ähnliche relative Entfernung der Scheidewände und entsprechende Dimensionen des randlichen Sipho sowie eine glatte Oberfläche der Schale. Das Fragment läßt sich daher von *Atr. ausseeanus* in keiner

Weise unterscheiden. Zu derselben Art gehören wohl auch mehrere andere Phragmokone, die zum Teil den Sipho deutlich erkennen lassen.

Fundort: Hagighiol (dort von J. Simionescu und vom Verfasser gesammelt).

31. Atractites sp.

Ein Phragmokonfragment, das anscheinend zu *Atr. ausseeanus* oder einer anderen Art mit nahezu kreisförmigem Querschnitt nahe Beziehungen hat, fand ich unter den Aufsammlungen Simionescus; andere Phragmokonstücke, die ich selbst gesammelt habe, lassen nähere Vergleiche nicht zu.

Fundorte: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar); Hagighiol, Ausläufer des Lutu roșiu (pl.)

32. Atractites paliformis Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 9.

Ein kegelförmiger Körper von spitzem Winkel mit dünner, fast glatter äußerer Schale, im Innern aus grobkörnigem kristallinischen Calcit bestehend und eine rot bis schwarz gefärbte zentrale Axe zeigend, kann wohl nur als Rostrum von *Atractites* gedeutet werden. Ich finde noch keinen Namen für derartig kleine und langgestreckte Rostra; es dürfte daher angezeigt sein, einen solchen neu aufzustellen. Ich schlage den obigen vor.

Fundort: Hagighiol (je 1 Exemplar von Simionescu und vom Autor gesammelt).

33. Orthoceras increscens Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 10.

Eine schlank konische Form von kreisförmigem Querschnitte mit nahezu glatter Schale, die nur mit unregelmäßig ausgebildeten, in verschiedenen Entfernungen auftretenden Querfurchen geziert ist, zeigt Luftkammern von mit dem Durchmesser stark wachsender Länge; das einzige vollständigere, größere Exemplar ließ nachstehende Dimensionen der Kammern in Millimetern messen:

Länge	6·7	15·3	24·3	32·0
Mittlerer Durchmesser	15·8	15·7	17·6	19·3

Wäre nicht diese so auffällige relative Längenzunahme in ihrer Abweichung von allen bisher bekannten Arten, die stets nur ein gleichmäßiges Anwachsen der Luftkammern zeigen, vorhanden, so könnte das Exemplar ganz wohl an bekannte Arten der Hallstätter Kalke wie *O. triadicum* Mojs. oder *O. dubium* Hau. angeschlossen werden. An eine pathologische Ursache des raschen Wachstums der Luftkammerlängen kann wohl auch gedacht werden, doch müßte das erst festgestellt werden durch Beobachtung zahlreicher Exemplare. Soweit ich es erheben konnte, schließen sich die meisten Orthoceren von Hagighiol an *O. increscens* an; es scheint sich daher um eine konstant auftretende Eigenschaft zu handeln.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar von Redlich, 3 Exemplare vom Autor gesammelt).

34. Orthoceras triadicum Mojs.

1873. E. v. Mojsisovics, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Heft, p. 4, Taf. I, Fig. 1 bis 3.

E. v. Mojsisovics gibt von der Art nachstehende Diagnose:

»Longicone Form, kreisrunder Querschnitt, nahezu glatte Schale, lange Wohnkammer, Scheidewände um etwa die Durchmesserlänge voneinander abstehend.«

Von diesen Eigenschaften konnten alle bis auf die Länge der Wohnkammer als bei drei Exemplaren von Hagighiol zutreffend erhoben werden.

Fundort: Hagighiol (3 Exemplare von Redlich und vom Verfasser gesammelt).

35. **Syringoceras** sp.

Ein vorliegendes Fragment eines großen Exemplares gestattet keine Artbestimmung.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle des Ostausläufers des Lutu roșiu.

36. **Nautilus (Trachynautilus) minuens** Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 11.

Die Umgänge sind von fast kreisförmigem Querschnitt, evolut; der Nabel eng durchbohrt. Die Verzierung besteht aus deutlichen Zuwachsstreifen, die auf der Externseite eine nach vorn geöffnete Bucht bilden, dann aus feinen Längskielchen, die mit dem Zuwachsstreifen eine Gitterung erzeugen, endlich aus je vier groben Längskielen auf den beiden Seitenflächen. Diese kräftigen Kiele scheinen nur etwa auf die Länge von einem halben Umgang aufzutreten, vor- und nachher aber zu fehlen.

Von den nächst verwandten Formen *(Trachynautilus)* zählt E. v. Mojsisovics (Cephalopoden der Hallstätter Kalke, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Abt., Suppl.-Heft 1902) folgende auf:

Trachynautilus clathratus Hau. aus dem bosnischen Muschelkalk, mit elliptischem Querschnitt und 4 Längskielen.

» *nodulosus* Arth. aus dem Reiflinger Kalk, mit trapezoidalem Querschnitt und 4 Längskielen.

» *subgemmatus* Mojs. aus den Kalken der Schreyeralm, mit rundlichem Querschnitt und 5 Längskielen.

» *Telleri* Mojs. vom Feuerkogel am Rötelstein, mit rundlichem Querschnitt und 7 bis 8 Spiralkielen.

Diesen vier Formen schließt sich *Trachynautilus minuens* enge an, ist aber von ihnen teils durch die Form des Querschnittes, teils durch die Anzahl der groben Längskiele unterschieden.

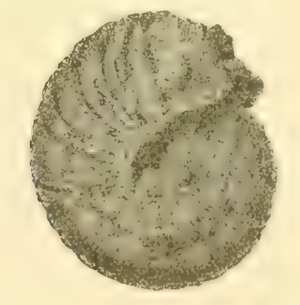
Nach der Zahl der letzteren würde *Trachynautilus minuens* aus dem Muschelkalke stammen können; doch spricht die mitvorkommende Fauna gegen ein so hohes Alter.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar vom Verfasser gesammelt).

37. **Arpadites (Dittmarites) Redlichi** Kittl n. f.

Textfig. 5.

Fig. 5.





Arpadites (Dittmarites) Redlichi Kittl n. f. von Lutu roșiu bei Hagighiol (Sammlung des Hofmuseums).

Eine Form mit relativ engem Nabel, langsam anwachsenden, hochmündigen Umgängen, die seitlich etwas zusammengedrückt sind und durch etwa 26 dick aufgetriebene, ziemlich gleich große, einfache Wulstsegmente geziert sind, eine Externfurche, aber keine Randkiele besitzen.

A. Redlichi ist dem *A. segmentatus* Mojs. vom Rötelstein ähnlich, jedoch viel kräftiger skulpturiert, mit zahlreicheren Querwülsten, ist auch etwas enger genabelt und dicker, das heißt breiter im Umgangsquerschnitt. Beiden Formen, die offenbar nahe verwandt sind, fehlen die Externkiele ganz.

Fundort: Lutu roșiu bei Hagighiol (1 Exemplar von Redlich gesammelt).

38. Celtites laevidorsatus Hau.

1893. E. v. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, II, p. 349, Taf. CXXI, Fig. 45 und Taf. CXCV, Fig 5.

In Bezug auf die Berippung der Flanken, die Querschnittsverhältnisse und die allgemeine Gestalt stimmt ein von mir bei Hagighiol gesammeltes Exemplar ganz mit den Originalen Hauers überein; die Abflachung der Externseite ist aber etwas bedeutender, also dem *C. rectangularis* Hau. genähert. Andere Fragmente stimmen mit *C. laevidorsatus* genauer überein.

Fundort: Hagighiol (3 Exemplare vom Verfasser und von K. Redlich gesammelt).

39. Buchites? sp.

Relativ eng genabelte Gehäuse (Nabelweite etwa $^1/_3$ Durchmesser) mit Umgängen, deren Querschnitt subcycloid ist und die zahlreiche kräftige Radialrippen tragen. Diese letzteren sind in mittleren Altersstadien vom Nabelrande aus gegabelt, laufen ohne Unterbrechung über die Externseite weg, sind aber rechts und links von der Medianebene mit je zwei Reihen niedriger Knoten geschmückt.

Von allen bekannten Gattungen schließen sich die zwei nur fragmentarisch erhaltenen Exemplare der Gattung *Buchites* am nächsten an.

Fundort: Hagighiol (Redlich leg.)

Clionites Mojs. 1893.

Die Gattung *Clionites* wurde von Mojsisovics als eine Untergattung von *Arpadites* aufgestellt.[1] An Stelle der Externkiele erscheinen hier Externknoten. Ein Typus wird nicht genannt, es ist daher die zuerst genannte Art *C. angulosus* als Typus anzusehen.[2] Es ist das eine evolute Form mit meist einfachen (ungeteilten) geschwungenen Radialrippen, an deren externen Enden je ein Knoten entwickelt ist. Die Externfurche trennt die zwei dort stehenden Knotenreihen. Auf der betreffenden Tafel erscheint in Fig. 9 (also vor Fig. 10: *Cl. angulosus*) *Cl. Torquati* Mojs., welche Art sich nur durch die zahlreicheren Radialrippen von *Cl. angulosus* unterscheidet. Erfreulicherweise sind diese zwei als Typen in Frage kommenden Arten in so guter Übereinstimmung, daß eine Komplikation in der Prioritätsfrage daraus kaum zu befürchten ist.

Es besteht aber zwischen den Formen von *Clionites* und manchen der Gattung *Protrachyceras* zugezählten Arten eine so große Ähnlichkeit, daß ich mich veranlaßt sah, diese Verhältnisse genauer zu verfolgen.

Zwischen den weitgenabelten Formen von *Clionites* und *Protrachyceras* finde ich mitunter keinen Unterschied.

Man fragt wohl vergebens, warum unter andern *Protrachyceras armatum* Mstr. und *acutocostatum* Klipst. zu *Protrachyceras* und nicht zu *Clionites* gehören, ferner warum

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. d. Hallst. Kalke, II, p. 451.

[2] L. c. p. 465, Taf. CXXIII. Fig. 10.

Clionites Gandolphi Mojs.
» *Arnulfi* Mojs.
» *Arnoldi* Mojs.
» *Catharinae* Mojs.
» *Dorae* Mojs. und
» *Horatii* Mojs.

gerade zu *Clionites* und nicht zu *Protrachyceras* gehören sollen?

Noch komplizierter gestaltet sich die Sache, wenn man den schon von Mojsisovics selbst hervorgehobenen Umstand mit in Betracht zieht, daß manchen Arten von *Clionites* gleichzeitig auftretende von *Buchites* genau entsprechen und von jenen nur in der Beschaffenheit der Externseite abweichen (Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. II, p. 451). Könnten das nicht sexuelle oder Mutationsdifferenzen sein? Die letztere Möglichkeit hat Mojsisovics in Betracht gezogen, indem er *Buchites* als den Stamm ansieht, aus dem sich *Clionites* entwickelt hat.

Das führt dann Mojsisovics zu der Annahme, daß vom *Buchites-(Ceratites-)*Stamme zu verschiedenen Zeiten *Clionites-(Arpadites-)*Abzweigungen entstanden seien. Hält man dazu die Tatsache, daß diese Clioniten mit demselben Rechte als *Protrachyceras*-Formen angeführt werden können, so ergibt sich daraus, daß *Trachyceras* wohl eher von *Dinarites* als von *Tirolites* abzuleiten sei und *Clionites* mit *Protrachyceras* zusammenfällt. Die Möglichkeit dieses Zusammenfallens scheint Mojsisovics geahnt zu haben, indem er die Gattung *Trachyceras* für eine polyphyletische erklärte.

Die Identität des Gattungsbegriffes von *Clionites* und *Protrachyceras* ist indes nur für die oben zitierten Formen und ähnliche völlig zutreffend, für andere scheint es sich zu empfehlen, die beiden Gattungen getrennt zu halten. Es ließe sich da etwa folgende Scheidung vornehmen:

Clionites umfaßt mehr weitgenabelte, oft ganz evolute Formen; die Knotenskulptur ist auf höchstens zwei externe Reihen und eine umbilikale beschränkt.

Protrachyceras zeigt enger genabelte Formen mit zahlreicheren Knotenspiralen.

Nach dieser Abgrenzung würden alle die zweifelhaften oben angeführten Formen zu *Clionites* fallen.

In diesem Sinne ist hier der Gattungsname *Clionites* verwendet.

Anläßlich der Beschreibung seines *Clionites aberrans* aus der oberen Trias des Himalaya erwähnt E. v. Mojsisovics,[1] daß die Skulptur der genannten Art an *Protrachyceras Thous* erinnere, sieht diesen Umstand aber nur als Konvergenzerscheinung an, weil die inneren Umgänge beider Arten verschieden sind.

Bei den ebendort beschriebenen Arten *Clionites Hughesi* Mojs. und *Clionites spinosus* Mojs. wird nichts von einer Ähnlichkeit mit *Protrachyceras* erwähnt.

40. Clionites dobrogeensis Kittl n. n.

Taf. I, Fig. 12 bis 14.

? 1882. *Trachyceras acutocostatum* Klipst. (p. p.) E. v. Mojsisovics, Die Ceph. d. medit. Trias. Abhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. X, p. 104, Taf. XXX, Fig. 14 (nicht Taf. XXIV, Fig. 32 und 33).

Den von St. Cassian stammenden Typen von *Clionites (Protrachyceras) acutocostatum* Klipst. (l. c. Taf. XXIV, Fig. 32 und 33) hat E. v. Mojsisovics Exemplare von Pozoritta angeschlossen, die von jenen zwar nicht in den Windungsverhältnissen, wohl aber in der Größe und der Skulptur, vielleicht auch im Querschnitte abweichen. Mit diesen von *Cl. acutocostatum* Klipst. wahrscheinlich verschiedenen Exemplaren stimmt eine von Hagighiol in einer größeren Anzahl von Individuen vorliegende Art recht gut überein. Ich möchte sie für artlich identisch halten.

[1] Denkschr. der Wiener Ak. der Wiss., Bd. LXIII, 1896, p. 626.

Cl. dobrogeensis, welcher Name in erster Linie für die Exemplare aus der Dobrudscha gilt, hat ein evolutes flaches Gehäuse mit langsam anwachsenden, seitlich etwas abgeflachten Umgängen von hoch ovalem Querschnitte, einer deutlich ausgebildeten Externfurche, auf den Flanken mit sichelförmig nach vorn gebogenen Quer- oder Radialrippen, von welchen etwa 50 auf einem Umgange zu stehen kommen.

Etwas außerhalb der Flankenmitte ist eine stärkere, knieförmig gerundete Biegung der Rippen zu sehen. Diese letzteren sind entweder einfach oder zu zweien am Nabelrande vereinigt, in welchem Falle sie an der Vereinigungsstelle einen stumpfen Knoten bilden. Auf dem Externrande der Rippen, unmittelbar neben der Rinne steht eine kräftige Knotenreihe auf den Rippenenden, daneben eine schwächere. Die Lobenlinie — soweit bekannt — besitzt zwei hohe glatte Lateralsättel und zwei Lateralloben.

Außer der schon besprochenen Art: *Trachyceras acutocostatum* gibt es noch eine von E. v. Mojsisovics beschriebene Form, welche zu *Cl. dobrogeensis* nahe Beziehungen erkennen läßt; es ist *Cl. Torquati* aus den Schichten mit *Lobites ellipticus* des Feuerkogels,[1] welche sich fast nur durch das Fehlen der submarginalen Knotenreihen von *Cl. dobrogeensis* unterscheidet.

Fundort: Hagighiol (8 Exemplare von J. Simionescu, ebenso viele Fragmente vom Verfasser und von K. A. Redlich gesammelt).

41. Clionites cf. Arnulfi Mojs.

Als *Cl. Arnulfi* beschreibt E. v. Mojsisovics (l. c., p. 471, Taf. CXLIII, Fig. 5) vom Feuerkogel beim Rötelstein eine der vorigen sehr ähnliche Form, deren Skulptur auf den Flanken sehr abgeschwächt ist. Dieselbe Eigenschaft zeigen einige mir vorliegende Fragmente von *Clionites* aus der Dobrudscha.

Eine vielleicht von *Cl. Arnulfi* nicht verschiedene Form ist *Cl. Dolloanus* Mojs. (l. c., p. 468, Taf. CXXIX, Fig. 1) vom Feuerkogel. Die beiden Arten vom Feuerkogel zeigen am Nabelrande schwache Knoten, welche bei Exemplaren von Hagighiol zu fehlen scheinen oder vielleicht durch eine schwache, kielartige Auftreibung ersetzt sind.

Es mag angemerkt sein, daß *Cl. Arnoldi* Mojs. (l. c., p. 471, Taf. CXLVIII, Fig. 1) von *Cl. Arnulfi* nur in der Dicke, sonst aber kaum verschieden ist, was übrigens schon Mojsisovics gefunden hat.

Die meisten Exemplare von Hagighiol zeigen mehr oder minder deutlich innerhalb der externen Knotenreihe eine zweite solche angedeutet, was z. B. *Cl. Catharinae* Mojs. (l. c., p. 469, Taf. CLXIV Fig. 4) ebenfalls erkennen läßt.

Fundort: Hagighiol (4 Fragmente vom Autor gesammelt).

42. Clionites promontis Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 15.

Die Gehäuse sind evolut, mit seitlich abgeflachten, hochovalen Umgängen, zahlreichen, wenig gekrümmten Radialrippen, die in mittleren Altersstadien häufig zu zweien am Nabelrande in einen niedrigen, stumpfen Knoten vereinigt, auf den äußeren Windungen älterer Exemplare einfach sind. Bei radialem Hauptverlaufe sind sie in der Gegend des Nabelrandes nach rückwärts, auf der Externseite nach vorn gekrümmt. Auf der Externseite stehen beiderseits der Mittellinie auf den Rippen je zwei Knotenreihen, von welchen die beiden der Mediane zunächst stehenden viel kräftiger entwickelt sind, als die inneren. Durch das Vorragen der äußersten Knoten erscheint die Medianlinie eingesenkt, ohne daß zwischen den Rippen eine wirkliche Rinne vorhanden wäre. Auf eine Windung dürften etwa 32 Radialrippen entfallen. Die Lobenlinie zeigt hohe, runde Sättel und zwei wenig oder gar nicht geteilte Lateralloben. Hilfslobus ist keiner vorhanden.

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. II, l. c., p. 468, Taf. CXXIII, Fig. 9.

In der Skulptur, namentlich aber in der Lobenlinie ist *Cl. promontis* eine der primitivsten Formen. Von *Cl. dobrogeensis* unterscheidet sich dieselbe durch dickere, rascher anwachsende Windungen und daher auch durch die kleinere Nabelweite.

Auffällige Beziehungen zeigt *Cl. promontis* zu *Protrachyceras Reitzi* Mojs.,[1] welche Art stärker geteilte Loben, längere Dornen anstatt der Knoten und eine etwas geringere Nabelweite besitzt, sonst aber mit *Cl. promontis* übereinstimmt.

Fundort: Hagighiol (2 Exemplare, Kollektion Simionescu).

43. **Clionites Mrazeki** Kittl.

Taf. I, Fig. 16.

Das Gehäuse ist evolut, der Querschnitt der Umgänge oval, ihre Verzierung besteht aus dicken, gerundeten, dicht gedrängten Querrippen, die auf der Externseite etwas vorgezogen und sehr verbreitert sind und mit je einem niedrigen länglichen Knoten an der Externfurche enden.

Die Beschaffenheit der Externseite erinnert an *Arpadites* s. s. und an *Dionites*, die große Evolubilität trennt aber die Art von beiden Gattungen.

Einige Verwandtschaft scheint zu *Cl. Catharinae* Mojs. (Das Gebirge um Hallstatt, Bd. II, p. 469, Taf. CXLV, Fig. 4) zu bestehen, doch ist die Skulptur von *Cl. Mrazeki* einfacher und gröber; sie entbehrt der Umbilikal- und Marginalknoten.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar vom Autor gesammelt).

44. **Clionites (Protrachyceras) evolutus** Kittl n. f.

Taf. I, Fig. 17 und 18.

Gehäuse evolut, Umgänge von etwas (hochgestellt) ovalem Querschnitt. Die kleinsten Umgänge sind fast glatt, dann stellt sich eine schwache Querskulptur ein, die nach und nach kräftiger wird und falcoid nach vorn geschwungene Querrippen zeigt, wovon zwei sich häufig am Nabelrande vereinigen, mit sechs Spiralreihen von Knoten. Bei jugendlichen Gehäusen (Fig. 18) sind die Externknoten weitaus die kräftigsten, bei älteren (Fig. 17) Gehäusen ist auch die marginale Reihe sowie die umbilikale aus kräftigen erhabenen Knoten gebildet, während die drei Reihen auf den Flanken eine längliche Form der Knoten erkennen läßt.

Von den bisher bekannten Formen ist *Pr. Kiliani* Mojs. (Die Ceph. d. Hallst. Kalke, Bd. II, p. 625, Taf. CXLIV, Fig. 4) nahezu ebenso evolut, doch ist die Skulptur nicht so bestimmt spezialisiert.

Die Verzierung erinnert an jene mancher *Sirenites*-Formen. Gerade die Skulptur ist hier in Übereinstimmung mit *Protrachyceras*- und *Sirenites*-Formen und schließt sich diesen näher an als den *Clionites*-Formen, mit welchen die uns beschäftigende Form die große Evolubilität gemein hat.

Fundorte: Hagighiol (1 Exemplar von J. Simionescu und 2 Exemplare vom Autor gesammelt); Hagighiol. Lumachelle des Ostausläufers des Lutu roșiu (1 Exemplar, Autor leg.).

45. **Clionites** sp. indet. juv.

Eine Anzahl von Fragmenten aus ein und demselben Blocke stammt von jugendlichen Individuen, die sich einer der vorbeschriebenen Arten gut anschließen würden.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle vom Ostausläufer des Lutu roșiu.

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der medit. Trias; l. c., p. 113, Taf. VII, Fig. 2 bis 5.

46. Protrachyceras furcatum Mstr.

Taf. I, Fig. 19.

1841. *Ammonites furcatus* Münster, Beitr. z. Geogn. u. Petref. d. südöstl.. Tirols, p. 137, Taf. XV, Fig. 29.

1843. *Ammonites nodocostatus* Klipstein, Beitr. z. geol. Kenntn. d. östl. Alpen, p. 120, Taf. VI, Fig. 12.

1866. *Ammonites furcatus* Dittmar, Zur Fauna d. Hallst. Kalke. Beneckes geogn.-pal. Beitr., Bd. I, p. 376, Taf. 17, Fig. 6 u. 7.

1869. *Trachyceras aequinodosum* Laube, Fauna d. Schicht. v. St. Cassian. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XXX, p. 73, Taf. XXXIX, Fig. 5.

1882. *Trachyceras furcatum* Mojsisovics, Die Ceph. d. medit. Trias, p. 110, Taf. XXII, Fig. 2 bis 4; Taf. XXIV, Fig. 23 u. 26, Taf. XXXI, Fig. 2.

1893. *Protrachyceras furcatum* Mojsisovics, Die Ceph. d. Hallst. Kalke, Bd. II, p. 626.

Bei ähnlichem Querschnitte zeigen einige Exemplare von Hagighiol ebenfalls sieben spirale Dornenreihen, weshalb sie von *Pr. furcatum* wohl nicht getrennt werden können.

Fundorte: Zu den von Mojsisovics angeführten Vorkommen: Südtirol, Raibl, Agordo, Požoritta, Raschberg und Teltschen ist nun auch Hagighiol (Lutu roșiu, 3 Exemplare von Redlich, 1 Exemplar von Simionescu gesammelt) anzufügen.

47. Protrachyceras cf. Archelaus Lbe.

Die sechs bis sieben Dornenreihen bei größeren Exemplaren der Kalke von Hagighiol sprechen für die angezogene Art, desgleichen die kräftigen Umbilikaldornen, welche sich übrigens bei anderen gleich alten Arten wiederfinden; auch alle anderen Skulpturerscheinungen sowie Umgangsquerschnitt und Nabelweite weisen auf *Pr. Archelaus* hin. Die Externdornen der größeren Exemplare scheinen schon die Andeutung einer Zweiteilung zu besitzen.

An *Pr. Archelaus* muß ich auch ein in den Kalkmergeln von Cataloi gesammeltes Exemplar anreihen, das vielleicht sogar mit der Art ganz identisch ist.

Fundorte: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 4 Exemplare), Cataloi (Kollektion des Autors, 1 Exemplar).

48. Protrachyceras cf. pseudo-Archelaus Böckh sp.

Unter den in den Mergeln von Cataloi von mir gesammelten Fossilien fand sich ein Fragment eines Trachyceraten, dessen Skulptur auf sechs Dornspiralen hinweist. Das Individuum ist größer als die Typen von *Pr. pseudo-Archelaus*, die Dornen sind relativ schwach entwickelt.

Fundort: Cataloi (Kollektion des Autors, 1 Exemplar).

49. Protrachyceras Rudolphi Mojs. var. n. euxina Kittl.

Taf. I, Fig. 20.

1882. *Trachyceras Rudolphi* Mojsisovics, Ceph. der medit. Trias. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, p. 111, Taf. XXXIV, Fig. 5.

1893. *Protrachyceras Rudolphi* Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 2, p. 623, Taf. CLXVI, Fig. 2 und 3.

Trotzdem, daß die mir aus der Dobrudscha vorliegenden Exemplare nicht genau mit *Pr. Rudolphi* übereinstimmen, vielmehr von den Typen in bestimmter und wie es scheint auch konstanter Weise abweichen, glaube ich doch an eine spezifische Zusammengehörigkeit und sehe in den Differenzen nur Varietätseigenschaften. Diese Unterschiede liegen hauptsächlich in einer verschiedenen Ausbildung der Dornenspiralen: Die drei inneren Dornenreihen sind kräftig, dann folgen zwei Reihen länglicher

schwächerer Dornen; die zwei äußersten sind wieder aus kräftigen Dornen gebildet; selbstverständlich ist die Spirale der Externseite am allerstärksten, doch liegt in der ebenfalls starken Ausbildung der Dornen in der submarginalen Spirale ein besonderes Kennzeichen der var. *euxina*.

Diese Form erinnert unter anderem durch den Typus ihrer Skulptur an *Pr. (Cl. ?) evolutum,* ist aber enger genabelt, hat einen schmäleren Umgangsquerschnitt und zahlreichere Knotenspiralen.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar; Kollektion des Autors, 6 Exemplare).

50. **Protrachyceras sirenitoides** Kittl n. f.

Taf. II, Fig. 1.

Ein sehr flaches, hochmündiges, enge genabeltes Exemplar zeigt leider in sehr schlechter Erhaltung eine reiche Skulptur mit zahlreichen geschwungenen Radialrippen, auf welchen acht bis zehn spirale Dornenreihen stehen. Die Externseite ist schmal, zeigt aber deutlich eine tief eingesenkte mediane Rinne, die beiderseits von einer der Dornenspiralen in sehr kräftiger kielartiger Ausbildung und innerhalb dieser noch beiderseits von je einer tiefen marginalen Rinne begleitet wird.

Das Exemplar erinnert in der Gestalt entfernt an *Sirenites Klauzali*[1] oder *Sirenites Kohanyi*[2], scheint aber noch im *Protrachyceras*-Stadium zu stehen, da die Dornenzahl der Randkiele genau mit jener der Rippen übereinstimmt.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar, Kollektion Simionescu).

51. **Protrachyceras** cf. **regoledanum** Mojs.

Das vorliegende Exemplar ist hochmündig, eng genabelt, von abgestumpft-lanzettlichem Querschnitte, leicht gewölbten Flanken, schmaler, mit einer Medianrinne versehenen Externseite. Die Skulptur besteht aus zahlreichen, schmalen, gegabelten, gegen die Externseite stark vorgezogenen Rippen, die (vielleicht des minderen Erhaltungszustandes wegen) keine Dornen aufweisen.

Außer mit *Pr. regoledanum*[3] aus den Daonellenschiefern ist das vorliegende Exemplar wohl auch mit *Pr. dichotomum*[4] zu vergleichen. Beiden Arten gegenüber ist dessen Nabel aber etwas weiter.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu (Redlich leg.)

52. **Trachyceras** cf. **Aon** Mstr.

Taf. II, Fig. 2.

Soweit Form- und Skulpturverhältnisse eine Bestimmung der vorliegenden Exemplare gestatten, kann ich dieselben von *Tr. Aon*[5] nicht trennen; freilich erreichen erstere eine viel bedeutendere Größe. Der undeutliche Erhaltungszustand verbietet eine völlig sichere Bestimmung, ja, er gestattet nicht einmal die präzise Feststellung, ob ein echtes *Trachyceras* im engeren Sinne vorliege. Es ist indessen recht wahrscheinlich, daß das letztere der Fall sei, da die Externdornen länglich sind und hie und da eine Teilungsfurche vorhanden zu sein scheint.

Dieses wäre das einzige echte *Trachyceras* der ganzen Fauna.

Vorkommen: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 4 Exemplare).

---

[1] E. v. Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. II, p. 752, Taf. CLXIII, Fig. 9.

[2] Ebenda, p. 746, Taf. CLXII, Fig. 21 bis 23.

[3] E. v. Mojsisovics, Ceph. der medit. Trias. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, X. Bd., 1882, p. 132, Taf. XXIX, Fig. 6 bis 8.

[4] Ebenda, p. 132, Taf. XXIV, Fig. 14 und Taf. XXIX, Fig. 10 bis 12.

[5] Ebenda, p. 129, Taf. XXI, Fig. 1 bis 35, 37 und 38.

53. **Lobites monilis** Laube.

Taf. II, Fig. 3.

1869. *Clydonites monilis* Laube, St. Cassian, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XXX, p. 64, Taf. XXXVII, Fig. 4.

1892. *Lobites monilis* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I., Abhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Hälfte, p. 115, Taf. LX, Fig. 10 bis 13.

1902. *Lobites (Coroceras) monilis* Mojsisovics, l. c., Supplement, p. 291.

Es ist wohl ohne Zweifel diese Art, welche in den Kalken der Dobrudscha wieder erscheint, nachdem sie vorher schon außer in St. Cassian auch in den Hallstätter Kalken des Raschberges und des Rötelsteines gefunden worden war.

Was sich an den Exemplaren der Dobrudscha beobachten läßt, stimmt gut mit der Beschreibung überein, die E. v. Mojsisovics geliefert hat.

Fundort: Hagighiol (6 fragmentarische Exemplare, Autor leg.).

54. **Lobites** cf. **ellipticus** Hauer.

Taf. II, Fig. 4.

1860. *Clydonites ellipticus* Hauer, (p. p.), Nachtr. zur K. der Ceph.-Fauna der Hallst. Sch., Sitzber. Wiener Akad. der Wiss., Bd. XLI, p. 128, Taf. V, Fig. 12 bis 14 (nicht Fig. 8 bis 11).

1892. *Lobites ellipticus* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I., Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Hälfte, p. 161, Taf. LXVIII, Fig. 17 u. 18, Taf. LXIX, Fig. 1 bis 3.

1902. *Lobites ellipticus* Mojsisovics, l. c., Supplement, p. 289.

Ein ziemlich vollständiges Exemplar zeigt eine Gestalt, welche sich der von *Lob. ellipticus* am meisten nähert, in seiner Skulptur aber etwa zwischen der genannten Art und *Lob. Pompeckji*[1] steht; insbesondere ist auch die Längsstreifung der letzteren Art vorhanden. Zu eben derselben Art ergibt sich noch eine weitere Beziehung unseres Exemplares durch seine Egressionsverhältnisse, welche mit denjenigen von *Lob. Pompeckji* fast vollständig übereinstimmen. Auch das Verschwinden der Radialfalten in der Mündungsnähe ist ein mit *Lob. Pompeckji* gemeinsames Merkmal, dessen Wert aber bedeutend abgeschwächt wird durch den Umstand, daß es auch bei *Lob. ellipticus* auftritt.

Danach hätte man unser Exemplar an *Lob. Pompeckji* anzuschließen, wenn auf Skulptur und Egression das Hauptgewicht gelegt wird, an *Lob. ellipticus* dagegen, wenn die Gehäusegestalt für wichtiger angesehen wird.

Solche Verhältnisse legen den Gedanken nahe, ob nicht das bekannte Material von *Lob. ellipticus* und ähnlichen in zu viele Arten geteilt wurde. Einer solchen Frage könnte man aber nur an der Hand eines sehr reichen Materiales näher treten, welches mir nicht zur Verfügung steht.

Unter den vorliegenden Umständen habe ich in der Bezeichnung eine Wahl getroffen, welche in der Gestalt des Gehäuses die wichtigere Eigenschaft sieht und zugleich einer weiteren Artfassung entspricht.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar vom Autor gesammelt).

55. **Lobites** sp. indet.

Von zwei fragmentarischen Gehäusen erinnert das eine mehr an *Lob. delphinocephalus* Hau.,[2] das andere an dieselbe Art nur zum Teil, da es deutlich genabelt erscheint, zum anderen Teil vielleicht an

---

[1] E. v. Mojsisovics, l. c., Supplement, p. 287, Taf. XXI, Fig. 6.

[2] E. v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallstätter Kalke, I, p. 166, Taf. LXIX, Fig. 14 bis 18.

Lob. naso Mojs.[1] durch die Inkonstanz seiner Radialrippen. Eine genauere Bestimmung erscheint hier jedoch ganz ausgeschlossen.

Fundort: Hagighiol (2 Exemplare von K. A. Redlich gesammelt).

56. **Lobites** sp. indet.

Ein Steinkern, welcher die Loben deutlich erkennen läßt, sowie ein Mundrandfragment weisen mit völliger Sicherheit auf die Gattung *Lobites* hin, die aber zu unvollständig sind, um eine Artbestimmung zu erlauben.

Fundort: Hagighiol aus der Lumachelle vom Ostausläufer des Lutu roșiu.

57. **Jovites euxinus** Kittl n. f.

Taf. II, Fig. 5 bis 6.

Im allgemeinen mit den *Jovites*-Formen aus den Hallstätter Kalken übereinstimmend, zeigt die vorliegende Art aus der Dobrudscha eine Reihe von unterscheidenden Eigentümlichkeiten, welche wohl die Anwendung eines neuen Artnamens rechtfertigen. Diese Eigentümlichkeiten sind:

die Schlußwindung reifer Exemplare ist gegen außen weniger verschmälert und zeigt auf der Externseite eine deutlich winkelig vortretende Kante (also eine markantere Ausbildung, wie bei manchen Exemplaren von *J. dacus*); die aus Radialfalten gebildete Skulptur der Schlußwindung ist gröber, die Lobenlinie st noch sehr einfach; kaum zeigt sich eine Kerbung der Sättel und Loben, deren Anzahl die normale Zahl von zwei Hauptloben aufweist, der breite Hilfssattel am Nabelrande ist niedrig und ungeteilt.

Die bisher bekannten Joviten verteilen sich auf die unter- und oberkarnischen Hallstätter Kalke in ziemlich gleicher Weise. Die etwas primitivere Form *J. euxinus* kann ihr Lager also noch unter der karnischen Stufe haben.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 2 Exemplare).

58. **Sageceras Walteri** Mojs.

Textfig. 6.

1882. *Sageceras Walteri* Mojsisovics, Die Ceph. d. medit. Triasprovinz. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, X. Bd., p. 187, Taf. LIII, Fig. 9, 11 bis 13.

1895. *Sageceras Walteri* Salomon, Geol. u. pal. Studien über die Marmolata. Palaeontogr., XLII. Bd., p. 189, Taf. VII, Fig. 4 bis 7.

1896. *Sageceras Walteri* Arthaber, Die Ceph.-Fauna der Reiflinger Kalke. Beitr. z. Pal. Öst.-Ung. u. d. Orients, X. Bd., p. 86.

1900. *Sageceras Walteri* Diener, Die triad. Ceph.-Fauna d. Schiechlinghöhe. Beitr. z. Pal. Öst.-Ung. u. d. Orients, XIII. Bd., p. 17.

Zwei vorliegende Exemplare gestatten auf den ersten Blick die Erkenntnis, daß sie in die Verwandtschaft des *S. Haidingeri* (Hau). gehören. Diese Art wurde zuerst von F. v. Hauer[2] aus den Hallstätter Kalken von Aussee beschrieben. v. Mojsisovics stellte die Lagerstätte derselben als karnische fest.[3] Von *S. Haidingeri* trennte derselbe als *S. Walteri*[4] eine vom alpinen Muschelkalk bis in die ladinische

---

[1] E. v. Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke, I, p. 170, Taf. LXX, Fig. 21 bis 23.

[2] *Goniatites Haidingeri* Hau., Neue Cephalopoden aus dem roten Marmor von Aussee. Haidinger, Naturw. Abhandl. I. Bd., p. 264, Taf. VIII, Fig. 9 bis 11.

[3] E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke, I. Bd., p. 71.

[4] L. c.

Stufe aufsteigende Form ab, welche F. v. Hauer im bosnischen Muschelkalk nicht mit Sicherheit wiederzuerkennen vermochte, weshalb er die dortigen *Sageceras*-Funde zu seiner älteren Art gestellt hatte.[1]

Sehen wir zunächst, welche Unterschiede *S. Walteri* von *S. Haidingeri* nach Mojsisovics aufweist. Der letztere unterschied bei den Loben die drei Gruppen der Adventiv-, Haupt- und Auxiliarloben und Sättel. Bei *S. Haidingeri* findet man nach demselben Autor: 0 bis 5 Adventivsättel (die Zahl steigt mit dem Alter), 5 Hauptsättel, 4 Auxiliarsättel, wogegen bei *S. Walteri* nur 4 Hauptloben vorhanden sind und die Zahl der Adventivloben von (0 bis ?) 3 bis 8 steigend, wie auch jene der Auxiliaren von 4 auf 8 mit der Gehäusegröße ansteigend angegeben wird.

Fig. 6.



Sageceras Walteri? Mojs. von Hagighiol (Sammlung Simionescu).

Die höchste Lobenzahl beträgt also nach Mojsisovics bei *S. Haidingeri* im Alter 14, bei *S. Walteri* aber bis 20. Wenn man diese Angaben zu kontrollieren versucht, gelingt es eher, bei einem Exemplare die Lobenzahl im ganzen festzustellen, als jene Gruppenteilung mit Sicherheit vorzunehmen, die immer bis zu einem gewissen Grade willkürlich bleibt. Die Maximallobenzahl steigt bei *S. Haidingeri* der Hallstätter Kalke wohl über 14 hinaus, da ich bis 16 beobachten konnte. An den aus der Dobrudscha vorliegenden Exemplaren zähle ich 17 Hauptsättel, wovon 5 bis 6 Auxiliaren. Jedenfalls übersteigt deren Zahl die bei *S. Haidingeri* beobachtete. Aus diesen Gründen werden die Exemplare von Hagighiol wohl besser an *S. Walteri* angeschlossen.

Wohl ebenfalls hieher dürfte das in den Mergeln von Cataloi vorkommende *Sageceras* gehören, das jedoch bisher nur in zur genauen Bestimmung ungenügenden Exemplaren gefunden wurde.

Fundorte: Hagighiol, 3 Exemplare (je 1 Exemplar von Simionescu und K. A. Redlich und vom Autor gesammelt); Cataloi (?), 1 Exemplar (Kollektion des Autors).

59. **Sageceras** sp. indet. juv.

Zwei vorliegende Individuen im Jugendstadium mit relativ niedrigen, dicken, gerundeten Umgängen dürften wohl zu *Sageceras* gehören, da die Lobenlinie darauf hinweist. Die Lobenzahl ist noch eine geringe (etwa sechs bis sieben). Die generische Bestimmung betrachte ich als eine provisorische. So auffallend verschieden die Form der hieher gestellten Formen von *Sageceras* auch ist, so entspricht sie doch den ersten Jugendstadien der letzteren Gattung.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle vom Ostausläufer des Lutu roșiu.

---

[1] F. v. Hauer, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV, 1888, p. 32.

60. Pinacoceras (Pompeckjites) Layeri (Hau.).

1847. *Ammonites Layeri* Hauer, Neue Ceph. a. d. roten Marmor von Aussee. Haidinger's Naturw. Abh., Bd. I, p. 269, Taf. IX, Fig. 1 bis 3.

1873. *Pinacoceras Layeri* Mojsisovics, Die Ceph. d. Hallst. Kalke. Bd. I, p. 63, Taf. XXIII, Fig. 1 bis 6.

1902. *Pinacoceras (Pompeckjites) Layeri* Mojsisovics, l. c., Suppl., p. 298, Taf. XX, Fig. 1.

Wiederholt hat schon E. v. Mojsisovics auf die große Variabilität dieser Art hingewiesen, ohne sie wohl damit völlig erschöpfend dargestellt zu haben. Es ist hier kaum der Ort, dies weiter zu verfolgen, soweit es die Exemplare des Salzkammergutes betrifft. Ich habe nur ein aus der Dobrudscha stammendes Exemplar zu besprechen.

Es ist dasselbe ziemlich glatt und zeigt an einer Stelle des Außenrandes einige unregelmäßig in der Stärke ausgebildete Randfalten. Die Flanken zeigen Andeutungen zweier stumpfer Spiralkiele, welche die Seitenfläche in drei spirale Felder teilen, wovon das innerste und mittlere eine Abflachung oder sogar eine leichte Aushöhlung, das äußere nur eine Abflachung zeigt, welche drei Flächen leicht gegeneinander geneigt sind. Solche Kiele und Flächen kommen bei Exemplaren aus dem Salzkammergute in analoger Weise nur äußerst selten und dann nur andeutungsweise vor;[1] wohl aber finden sich dergleichen Kiele und Flächenstreifen dort öfter in größerer Zahl.[2] Ein zweites Exemplar der Art aus der Dobrudscha zeigt die genannten Kiele und Flächen nicht. Ich finde unter diesen Umständen keine Veranlassung, das Exemplar aus der Dobrudscha von der Art der Hallstätter Kalke getrennt zu halten, obwohl diese Art bisher nur in den unterkarnischen Kalken vorkam.

Zwei weitere Exemplare derselben Art fand ich bei Sabangeak.

Fundorte: Hagighiol, in lichtroten Kalken, gesammelt vom Verfasser (2 Exemplare); Hügel westlich von Sabangeak (2 Exemplare, Autor leg.).

61. Megaphyllites Jarbas Mstr.

1841. *Ceratites Jarbas* Münster., Beiträge, IV, p. 135, Taf. XV, Fig. 25.

1845. *Ammonites umbilicatus* Klipstein, Beitr. z. Kenntn. öst. Alpen, p. 117, Taf. VI, Fig. 5.

1846. *Ammonites Jarbas* Hauer, Ceph. d. Muschelm., Haidinger, Abh. I, p. 26, Taf. I, Fig. 15.

1847. *Ammonites Jarbas* Hauer, Neue Ceph., Haidinger, Abh. I, p. 271.

1849. *Ammonites Jarbas,* Quenstedt, Ceph., p. 240, Taf. XVIII, Fig. 12.

1869. *Phylloceras Jarbas* Laube., (p. p.) Fauna v. St. Cassian. Denkschr. Wien. Ak. d. Wiss., XXX. Bd., p. 85, Taf. XLI, Fig. 12.

1873. *Pinacoceras* cf. *Jarbas* Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, I, p. 47, Taf. XIX, Fig. 9, 10, 16.

1882. *Megaphyllites Jarbas* Mojsisovics, Ceph. d. med. Trias, p. 193, Taf. LIII, Fig. 7 bis 8.

1902. *Megaphyllites Jarbas* Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, I, Supplement p. 314.

Diese für die ladinischen und unterkarnischen Schichten bezeichnende Form liegt in einer Reihe von Exemplaren vor, so daß wohl jeder Zweifel über die Identität derselben mit der alten Graf Münsterschen Art, die eine so relativ bedeutende vertikale Verbreitung hat, ausgeschlossen ist.

Fundorte: Hagighiol, 8 Exemplare (4 Exemplare Kollektion Simionescu, 1 Exemplar Kollektion Redlich, 3 Exemplare Kollektion des Autors); Lumachelle vom Ostausläufer des Lutu roșiu (Kollektion des Autors 2 Exemplare).

---

[1] Vergl. z. B. Mojsisovics, l. c., Supplement, Taf. XIX, Fig. 4.

[2] Wie das Fig. 1, Taf. XX (Mojsisovics, l. c., Supplement) zeigt.

62. Megaphyllites juv. cf. applanatus Mojs.

1873. *Pinacoceras applanatum* Mojs., Ceph. d. Hallst. Kalke, I, p. 47, Taf. XIX, Fig. 5 u. 8.
1902. *Megaphyllites applanatus* Mojs., Ceph. d. Hallst. Kalke, I, Supplement, p. 315.

Auch diese Art der unterkarnischen Hallstätter Kalke, welche häufig zusammen mit *Meg. Jarbas* vorkommt, fand sich in einem kleinen, also wahrscheinlich jugendlichen Exemplar in den Cephalopodenkalken von Hagighiol. (Kollektion des Autors 1 Exemplar).

63. Monophyllites Aonis Mojs.

1882. E. v. Mojsisovics, Die Ceph. d. med. Trias, p. 208, Taf. LXXVIII, Fig. 3 bis 5.

Bekanntlich bilden die Arten dieser Gattung: *sphaerophyllus* Hau., *wengensis* Mojs., *Aonis* Mojs. und *Simonyi* Hau. eine zusammenhängende Reihe. Sicher und leicht lassen sich die beiden Endglieder voneinander unterscheiden. Ob die beiden Mittelglieder als wirklich selbständige Arten zu betrachten sind, ist einigermaßen zweifelhaft. Da auch individuelle Abänderungen vorkommen, so könnte vielleicht ein Name schon für die Zwischenglieder genügen, die ja bekanntlich nur sehr wenig voneinander differieren. In den Dimensionsverhältnissen und in der Skulptur kommen die Exemplare von Hagighiol dem *M. Aonis* am nächsten, von dem ich sie nicht trennen kann. Die beiden Exemplare von Sabangeak aber gehören der äußeren Gestalt nach zu jenen schon von Mojsisovics erwähnten Endgliedern von *M. Aonis*, die in dieser Beziehung sich von *M. Simonyi* nicht unterscheiden, so sehr sind sie seitlich komprimiert; auch die Querstreifen sind auf der Externseite sehr stark vorgezogen.

Fundorte: Hagighiol (6 Exemplare Kollektion Simionescu, 4 Exemplare Kollektion Redlich, 2 Exemplare Kollektion des Autors); Hügel westlich von Sabangeak (2 Exemplare Kollektion des Autors).

Romanites n. g. Kittl.

Diese Gattung zeigt völlig involute, rundliche, seitlich komprimierte Gehäuse mit einer Gestalt und Skulptur, welche ganz derjenigen von *Cladiscites* entspricht, also aus dicht gedrängten erhabenen Längsstreifen besteht. Die Lobenlinie aber ist derjenigen von *Joannites* ähnlich; sie ist eine bogenförmige, gekrümmte seriale Lobenlinie mit dimeroid geteilten Sätteln. Der Charakter von *Romanites* kann daher kurz in der Weise zusammengefaßt werden: involut, seitlich abgeflacht, mit *Cladiscites*-Skulptur und *Joannites*-Loben.

Schon im Jahre 1895 hat E. v. Mojsisovics auf die große Ähnlichkeit der Loben seiner *Arcestes tornati* und *A. cymbiformes* hingewiesen.[1] Er hat sie später als *Cladiscites* und *Joannites* von *Arcestes* getrennt[2] und mit *Cyclolobus* und *Procladiscites* zu seiner Familie der *Joannitidae* vereinigt.[3] Zu dieser Familie gehört auch die Gattung *Romanites*. Die Gattung *Cladiscites* wurde bekanntlich noch weiter getrennt in *Cladiscites* s. s. und *Paracladiscites*, wobei erstere Gattung die spiral gestreiften, mit drei Lateralloben und letztere die glatten Formen mit der normalen Zahl von zwei Lateralloben enthält,[4] während die schon 1882 publizierte Gattung *Procladiscites* (mit *P. Griesbachi* und *P. Brancoi*), die durch F. v. Hauer[5]

---

1 Die Ceph. der Hallst. Kalke, I, Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Hälfte, 2. Heft (1875), p. 83.

2 Verhandl. d. k- k. Geol. Reichsanstalt, 1879, p. 134.

3 Die Ceph. d. medit. Trias, Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X (1882), p. 165.

4 E. v. Mojsisovics, Ceph. d. oberen Trias des Himalaya. Denkschr. d. Wien. Ak. d. Wiss., Bd. LXIII (1896), p. 657.

5 F. v. Hauer in Denkschr. Wien. Ak. d. Wiss., 1888 u. 1892.

und F. Toula[1] eine Erweiterung durch eine Reihe von Formen aus dem bosnischen und kleinasiatischen Muschelkalke erfahren hatte, nunmehr[2] wieder weiter durch Abspaltung von *Phyllocladiscites* (die als Vorläufer von *Cladiscites tornatus* und dessen näheren Verwandten betrachteten *P. crassus* Hau.[3] und *P. proponticus* Toula umfassend) und *Psilocladiscites* (*P. molaris* Hau.) geteilt worden ist. Diesen Verhältnissen entsprechend hat E. v. Mojsisovics von seiner Familie der *Joannitidae* die *Cladiscitidae* abgetrennt.

Das nachfolgende Schema mag zeigen, wie sich die neue Gattung *Romanites* in den durch E. v. Mojsisovics aufgestellten Rahmen einfügen ließe.

Alterstufen	Glatt	Gestreift	Gestreift		Glatt	Loben
	2 Lateralloben		3 Lateralloben		2 Lateralloben	
norisch	—	—	—	*Cladiscites*	*Paracladiscites*	
karnisch	*Joannites*	*Romanites*	*Hypocladiscites*			dimeroide
ladinisch				—	—	
Muschelkalk			*Procladiscites*	*Phyllocladiscites*	*Psilocladiscites*	monophyllische
	Joannitidae		*Cladiscitidae*			

Die parallele Entwickelung reich geschlitzter dimeroider Loben aus monophyllisch endigenden scheint sich also in fünf anscheinend miteinander verwandten Stämmen vollzogen zu haben, wovon zwei durch eine bogenförmig zurückgezogene Lobenlinie ausgezeichnet sind und die Familie der *Joannitidae* zusammensetzen.

64. Romanites Simionescui Kittl n. f.

Taf. II, Fig. 7 und 8 und Textfig. 7.

Die Gehäuse sind rundlich, scheibenförmig, involut, sehr enge genabelt, stets seitlich, mitunter auch auf der Externseite abgeflacht. Die enge Nabelöffnung ist trichterförmig; ohne bestimmte kantige Begrenzung geht die Nabelwand in die flach gewölbte Seitenfläche über, die ihrerseits kontinuierlich in die kreisförmige bis etwas abgeflachte Wölbung des Externteiles übergeht. Die größte Dicke hat das Gehäuse in der Nähe des Nabels (in einer Distanz von $^1/_4$ bis $^1/_5$ des Radius) und verschmälert sich gegen außen. Die äußere Schalenschicht ist mit zahlreichen Spiralkielen geziert, deren Zwischenfurchen auf dem Externteil meist breiter sind als auf den Flanken. Diese Spiralskulptur ist auf den größeren Umgängen kräftiger entwickelt und greift hier auf die mittleren Schalenlagen, nicht aber auf die innersten über, während bei kleineren Windungen die Skulptur auf die Oberfläche beschränkt bleibt. Wie die Steinkerne erkennen lassen, sind immer — namentlich in der über einen Umgang langen Wohnkammer — schräg nach vorn

---

[1] F. Toula, Eine Muschelkalkfauna am Golfe v. Ismid, Beitr. z. Paläont. u. Geologie Österr.-Ungarns u. d. Orients, X. Bd., Heft 4, 1896.

[2] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. d. Hallst. Kalke, Supplement, p. 278 u. 279. — F. v. Hauer, Han Bulog, Denkschr. Wien. Ak. d. Wiss., Bd. LIV (1888), p. 31, Taf. V, Fig. 4.

[3] C. Diener, Die triad. Ceph. d. Schiechlinghöhe. Beitr. z. Pal. Österr.-Ungarns u. d. Orients, Bd. XIII (1900), p. 15.

gebogene schwache Radialfalten ausgebildet. Diese Falten entsprechen den nur selten erkennbaren Zuwachsstreifen der Oberfläche. Die Mündung hatte danach einen Externlappen.

Textfig. 7.



Lobenlinie von *Romanites Simionescui* Kittl n. f. (Sammlung Simionescu) zweimal vergrößert.

Die Lobenlinie ist vom serialen Typus Blakes; sie verläuft in einem nach vorn konvexen Bogen vom Nabel weg zuerst schräg nach vorn, biegt sich aber dann nach rückwärts in ähnlicher Weise wie bei *Joannites.* Die Loben sind sehr tief, die Sättel dimeroid geteilt; der Externlobus zeigt einen hohen Siphonalhöcker, die zwei Lateralloben sind fingerförmig geteilt (also fünfspitzig), die Auxiliarloben mehr oder weniger deutlich dreispitzig. Diese letzteren nehmen gegen den Nabel zu stetig an Größe ab. Ich zähle deren 13 bis 14. Da die Projektionsspirale den von mir als ersten Auxiliarsattel angesehenen schräg gestellten Sattel einwärts von der Mitte desselben trifft, so können unter diesem Gesichtspunkte nur zwei Lateralloben angenommen werden.

Die Abmessungen einiger Exemplare sind in Millimetern folgende:

	typische Exemplare			Varietäten	
Durchmesser der Schlußwindung	83·2	51·2	43·0	46·8	55·0
Größte Dicke » »	31·4	18·3	14·8	20·0	24·0
Durchmesser » vorletzten Windung	65·5	41·6	36·4	40·7	47·6
Größte Dicke » » »	22·5	14·6	13·8	16·0	?

Neben den häufigen typischen Exemplaren gibt es seltene Varietäten, die im ganzen relativ dicker sind oder bloß in der Nabelregion.

Fundorte: Hagighiol (Kollektion Simionescu 18 Exemplare, Kollektion Redlich 19 Exemplare, Kollektion des Autors 10 Exemplare); Hagighiol, Ostausläufer des Lutu roșiu (1 Exemplar Autor leg.); Hügel bei Sabangeak (Kollektion des Autors 9 Exemplare).

65. Procladiscites (?) Pascui Kittl n. f.

Taf. II, Fig. 9.

Ein kleiner innerer Kern zeigt ein eng genabeltes, scheibenförmiges, involutes Gehäuse mit Windungen von hoch rechteckigem Querschnitte. Die Schalenoberfläche ist mit einer erhabenen Längsstreifung geziert.

Die Lobenlinie zeigt im Externlobus einen hohen Syphonalhöcker, einen dimeroid geteilten Externsattel, auf den Flanken sieben stark zerschlitzte Loben und ebensoviele monophyllisch endigende, geteilte Sättel.

Die vorliegende Form hat die dimeroide Sattelteilung bei dem Externsattel begonnen, würde also der Wurzel der *Hypocladisciten* nahe stehen, wenn sie nicht etwa gar ein jugendliches Individuum von *Hypocladiscites* selbst ist, das noch einen primitiven Zustand der Loben hat.

Fundort: Hagighiol (Kollektion des Autors, 1 Exemplar).

66. Cladiscites primitivus Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 2.

In der Gestalt und Größe mit *Cl. semitornatus*[1] übereinstimmend, unterscheidet sich die vorliegende Form von der genannten aus den unterkarnischen Schichten des Feuerkogels mit *Lobites ellipticus* zunächst äußerlich durch das Übergreifen der Spiralkiele von den Flanken auf die Externseite. Von *Cl. primitivus* sind die recht charakteristischen Loben bekannt, von *Cl. semitornatus* aber nicht, weshalb eine Vergleichung in dieser Hinsicht vorläufig ausgeschlossen ist.

Die Lobenlinie von *Cl. primitivus* zeigt neun etwas bogenförmig angeordnete Loben, die geteilt sind.

Der Externsattel sowie die drei folgenden sind fast diphyllisch; nur einige Unregelmäßigkeiten sowie einige Einschnitte bei dem ersteren verweisen darauf, daß keine diphyllische Endigung, sondern eine kompliziertere vorhanden ist. Unter allen *Cladiscites*-Formen ist diese Lobenlinie vielleicht die am wenigsten differenzierte im Hinblicke auf die im Vergleiche zu anderen Formen noch wenig geteilten Sättel.

Fundort: Hagighiol.

67. Hypocladiscites (?) sp. indet.

Ein mir vorliegendes Fragment eines Cladiscitiden weist auf ein schmales, spiral gestreiftes Gehäuse hin, wie es der Untergattung *Hypocladiscites* eigen ist. Mit der Art *H. subtornatus* Mojs. kann das Fragment keineswegs in nahe Beziehung gebracht werden, da die Externseite nicht gerundet ist, wie bei dieser Art der karnischen Stufe, sondern flach, sogar schwach ausgehöhlt. In der Mitte der Externseite liegt eine kielartige Auftreibung, so daß die Externseite zwischen drei Kielen liegende Furchen aufweist. Der Mittelkiel ist dabei schwächer als die seitlichen.

Nachdem ferner die Lobenlinie ganz unbekannt ist, so ist der angezogene Gattungsname völlig unsicher.

Fundort: Hagighiol, Lumachelle vom Ausläufer des Lutu roșiu.

68. Joannites subdiffissus Mojs.

1875. *Arcestes subdiffissus* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, p. 86, Taf. LX, Fig. 4.
1902. *Joannites subdiffissus* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, Supplement, p. 277.

Nach der äußeren Gestalt zweier Exemplare von Hagighiol unterliegt es keinem Zweifel, daß diese Art der unterkarnischen Hallstätter Kalke auch in der Dobrudscha vertreten ist.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

69. Joannites Klipsteini Mojs.

1843. *Ammonites multilobatus* Klipstein, Beitr. zur Kenntnis der östl. Alpen, p. 129, Taf. IX, Fig. 1.
1869. *Arcestes cymbiformis* Laube, St. Cassian, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XXX, p. 87, Taf. LXII, Fig. a, c, d.
1875. *Arcestes Klipsteini* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, p. 84, Taf. LXI, Fig. 2 u. 3, Taf. LXIII, Fig. 2 u. 3.
1882. *Joannites Klipsteini* Mojsisovics, Ceph. der medit. Triasprovinz, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, p. 170.
1902. *Joannites Klipsteini* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Supplement, p. 278.

Ein mir vorliegendes Exemplar, an dem die Gehäusegestalt, die Zahl und der Verlauf der Steinkernfurchen sowie auch die Loben hinreichend wahrnehmbar sind, kann von *J. Klipsteini* nicht unterschieden werden.

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallstätter Kalke, Bd. I, Supplement, p. 280, Taf. XX, Fig. 4.

Das durchaus gekammerte Exemplar hat einen Durchmesser von 40 *mm* und zeigt die faltigen Zuwachsstreifen sehr gut ausgebildet.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar).

70. Joannites Stefanescui Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 3.

Diese relativ große Dimensionen erreichende Art steht von allen bekannten *Joannites*-Formen der altbekannten *J. cymbiformis* Wulff. wohl am nächsten, ist jedoch bedeutend dicker und hat weniger Loben, und zwar außer dem Externlobus nur sechs, der sechste Lobus liegt schon auf der Nabelwand; *J. cymbiformis* hat dagegen, wie der etwas schmälere *J. Joannis Austriae* Klipst. acht Loben. Die Flanken von *J. Stefanescui* sind wie bei *J. cymbiformis* gleichmäßig gewölbt. Auch die enge Nabelöffnung entspricht dieser Art, wie auch die Loben denen von *J. cymbiformis* bis auf ihre geringe Zahl ähnlich sind.

Die Abmessungen des einzigen vorliegenden Exemplares sind:

Durchmesser	95·0 *mm*
Dicke	55·7 »
Nabelweite	9·0 »

Es dürften auch innere Schalenverdickungen vorhanden sein; doch konnte das wegen der schlechten Erhaltung des einzigen vorliegenden Exemplares nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

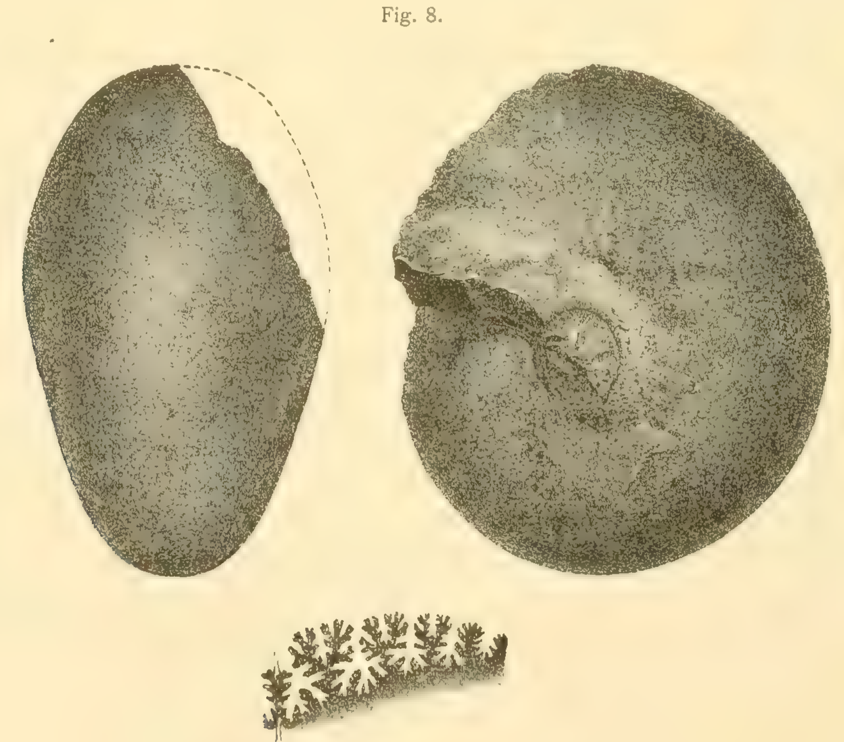
Fundort: Hagighiol (1 Exemplar, Kollektion Simionescu).

71. Joannites Alimanestianoi Kittl n. f.

Textfig. 8.

Das Gehäuse ist involut, enge genabelt, relativ dick, in der Nähe des Nabels die größte Dicke erreichend, gegen die Externseite zu eine schräge, gewölbte Abdachung zeigend, mit in unregelmäßigen Abständen auftretenden Steinkernfurchen. Ich zähle deren zwei in einem Winkelabstande von etwa 70° auf $^3/_4$ Umgang.

Fig. 8.



Joannites Alimanestianoi Kittl n. f. von Hagighiol (Kollektion Simionescu).

Die Lobenlinie hat den für *Joannites* charakteristischen bogenförmigen Verlauf, die drei äußeren Sättel sind dimeroid geteilt und stark zerschlitzt, die inneren scheinen nicht dimeroid geteilt zu sein.

Die Abmessungen des abgebildeten Exemplares sind in Millimetern:

Durchmesser	66·4
Dicke	38·3
Nabelweite	7·5

Eine in der Gestalt recht ähnliche Form aus dem Lubentschgraben bei Idria beschrieb E. v. Mojsisovics[1] als *J. Deschmanni.* Diese ist relativ noch dicker als *J. Alimanestianoi,* ihre Lobenlinie aber — soweit bekannt — weniger reich zerschlitzt. Der zweite Lateralsattel ist nicht mehr dimeroid geteilt, wenn die von Mojsisovics gelieferte Zeichnung desselben richtig ist. Eine Identität der zwei Formen scheint demnach nicht vorhanden zu sein.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar).

72. **Joannites** f. indet.

Ein gekammerter Kern zeigt eine Gestalt, die sich auch durch die gleichmäßige Wölbung an *J. cymbiformis* anschließt, dabei aber nicht so dick ist, wie Exemplare gleichen Durchmessers von *J. cymbiformis.* Durch diesen Umstand nähert er sich vielleicht dem *J. Klipsteini* Mojs. Steinkernfurchen zeigt unser Exemplar keine. Zu *Joannites* gehört das Exemplar jedoch, da die auf einer Seite stark abgewitterten Loben den bogenförmigen Verlauf der Lobenlinie und die dimeroide Sattelteilung deutlich erkennen lassen.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar).

73. **Sphingites** cf. **Meriani** Mojs.

Das Hauptlager der *Sphingites*-Formen aus der Gruppe der *coangustati* sind die unterkarnischen Schichten mit *Lobites ellipticus* vom Feuerkogel nächst der Teltschenalm.[2] Es finden sich dort nicht weniger als fünf Arten,[3] die einander außerordentlich nahe stehen und welchen sich ein Exemplar aus der Dobrudscha ebenso enge anfügt. In den Formverhältnissen kommt es dem *Sph. Meriani* Mojs. am nächsten. Die Schlußwindung (Wohnkammer) zeigt Querfalten und Verdickungen wie *Sph. Bronni* Mojs. und *Sph. Stoppanii* Mojs.

Die Verdickungen, anscheinend alte Mundränder, gestalten den Außenrand etwas polygonal, wie bei den letztgenannten zwei Arten. Ohne genauere Revision der von Mojsisovics aufgestellten Arten, deren Hälfte der eben genannte Autor nur in je einem einzigen Exemplare beobachtet hat, die also streng genommen vorläufig nur individuelle Bezeichnungen darstellen, und ohne Berücksichtigung neuer Materialien getraue ich mir eine nähere Bestimmung des Exemplares aus der Dobrudscha nicht vorzunehmen.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar).

74. **Arcestes** (**Proarcestes**) **Gaytani** Klipst.

1845. *Ammonites Gaytani* Klipstein, Beitr. zur Kenntnis der östl. Alpen, p. 110, Taf. V, Fig. 4.

1847. *Ammonites Gaytani* Hauer, Neue Ceph. von Aussee, Haidingers naturw. Abhandl., Bd. I, p. 267.

1849. *Ammonites Gaytani* Hauer, Neue Ceph. von Hallstatt und Aussee, Haidingers naturw. Abhandl., Bd. III, p. 17, Taf. IV, Fig. 13, 14.

1869. *Arcestes Gaytani* Laube, St. Cassian. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XXX, p. 89, Taf. XLIII, Fig. 5.

---

[1] Ceph. der medit. Trias, p. 168, Taf. XLI, Fig. 2.

[2] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, Supplement, p. 272.

[3] E. v. Mojsisovics, l. c. und Die Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, p. 88 f., Taf. LVIII und 59.

1875. *Arcestes Gaytani* Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, p. 100, Taf. LVII, Fig. 1 bis 3.

1882. *Arcestes Gaytani* Mojsisovics, Ceph. der medit. Trias, p. 161.

1902. *Proarcestes Gaytani* Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke, I. Teil, Supplement, p. 259.

Ein einziges vorliegendes Exemplar vermag ich nicht von den typischen Gehäusen der unterkarnischen Hallstätter Kalke des Salzkammergutes und der ladischen Schichten Südtirols zu trennen. Es erreicht die Größe wie die Gehäuse in dem Salzkammergute.

Fundort: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 1 Exemplar).

75. Arcestes (Proarcestes) bicarinatus Mstr.

1841. *Ammonites bicarinatus* Münster, Beitr. zur Geogn. etc., p. 138, Taf. XV, Fig. 30.

1843. *Ammonites Maximiliani Leuchtenbergensis* Klipstein, Beitr. zur Kenntnis der östl. Alpen, p. 44, Taf. VI, Fig. 9.

1843. *Ammonites labiatus* Klipstein, l. c., p. 119, Taf. VI, Fig. 9.

1849. *Ammonites bicarinatus cassianus* Quenstedt, Ceph., p. 242 (nicht Taf. XVIII, Fig. 10).

1869. *Arcestes bicarinatus* Laube, Fauna der Schicht. von St. Cassian. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. XXX, p. 86, Taf. 43, Fig. 6.

1875. *Arcestes bicarinatus* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, 2. Teil (Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Hälfte).

1882. *Arcestes bicarinatus* Mojsisovics, Ceph. der medit. Triasprovinz (Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X), p. 160.

1902. *Proarcestes bicarinatus* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, Supplement, p. 260.

Die aus der Dobrudscha vorliegenden Exemplare sind durchschnittlich größer und erreichen 65 *mm* Durchmesser und 45 *mm* Dicke, werden also so groß wie *A. pannonicus*,[1] der sich von *A. bicarinatus* hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß er statt der Schalenwülste Furchen zeigt, aber auch in den übrigen Eigenschaften weitere kleine Unterschiede aufweist.

Fundorte: Hagighiol, 10 Exemplare (Kollektion Simionescu, 2 Exemplare; Kollektion Redlich 6 Exemplare; Kollektion des Autors 2 Exemplare).

76. Arcestes (Proarcestes) cf. Münsteri Mojs.

Eine Anzahl von Exemplaren schließt sich in mehrfacher Hinsicht an *A. Münsteri* Mojs. an.[2] Fast jedes einzelne der Exemplare zeigt irgend eine kleine Abweichung von dem Typus dieser Art und jede eine Abweichung anderer Art: bald in der Gestalt (dünner oder dicker), bald bei den Labien (es ist entweder nur eine gerade Furche vorhanden oder es liegt hinter der Schalenfurche ein leichter Wulst). Eine genaue Identifizierung mit der genannten Art ist daher ausgeschlossen, obwohl die hier angeführten Exemplare zweifellos in die Verwandtschaft des *A. Münsteri* gehören.

Fundort: Hagighiol, 6 Exemplare (Kollektion Simionescu, 3 Exemplare; Kollektion Redlich, 1 Exemplar; Kollektion des Autors 2 Exemplare).

77. Arcestes (Proarcestes) Barrandei Lbe.

1869. *Ammonites Barrandei* Laube, Fauna der Schicht. von St. Cassian. Denkschr. der Wiener Akad. d. Wiss., Bd. XXX, p. 90, Taf. XLIII, Fig. 2.

1875. *Arcestes Barrandei* Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, p. 91, Taf. LVII, Fig. 1.

1882. *Arcestes Barrandei* Mojsisovics, Ceph. der medit. Trias, p. 159.

1902. *Proarcestes Barrandei* Mojsisovics, l. c., Supplement, p. 260.

Gehäuse involut, kugelig-wirtelförmig durch seitliche konische Abschrägung mit ein bis drei (?) Steinkernfurchen pro Umgang, enge genabelt.

---

[1] E. v. Mojsisovics, Ceph. der medit. Triasprovinz (Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, 1882), p. 159, Taf. XLV, Fig. 6 und 7.

[2] Ebenda, p. 160, Taf. XLV, Fig. 8.

Die Lobenlinie ist durch die sehr unsymmetrische Teilung des Externsattels, in geringerem Maße auch des ersten Lateralsattels ausgezeichnet; ersterer sendet einen kräftigen Seitenast (den dritten von oben) gegen die Medianlinie. Die Seitenäste alternieren deutlich. Diese Asymmetrie nimmt bei den folgenden Sätteln immer mehr ab.

In der Gestalt reiht sich diese Art an *A. Barrandei* Lbe.[1] an, die Lobenlinie stimmt mit jener der Gruppe des *A. extralabiatus* Mojs. überein und erinnert auch an jene der *bicarinati,* wo sich aber eine solche unsymmetrische Ausbildung der Sättel in geringerem Maße findet. Nach der Lobenlinie gehört unsere Art also wohl zu *Proarcestes.*

Fundort: Hagighiol, 2 Exemplare (Kollektion Simionescu).

78. Arcestes (Proarcestes aff. subtridentinus Mojs.

Zweifellos zu der Gruppe der *extralabiati* gehörig, schließt sich ein vorliegendes unvollständiges Exemplar an *A. subtridentinus* durch die zahlreichen Steinkernfurchen auf der Schlußwindung an, unterscheidet sich davon aber durch größere Dicke der Nabelregion.

Fundort: Hagighiol, 1 Exemplar (Kollektion Simionescu).

79. Arcestes (Pararcestes?) subdimidiatus Kittl n. f.

Textfig. 9 und 10.

Aus den unterkarnischen Schichten mit *Lobites ellipticus* des Rötelstein (Teltschen) beschreibt E. v. Mojsisovics einen *A. dimidiatus*[2] von gerundet scheibenförmiger Gestalt, mit zwei vom Externteil schräg noch rückwärts ziehenden Schalenwülsten. Diesem ist unsere in zwei unvollständigen Exemplaren vorliegende Art aus der Dobrudscha ähnlich durch die scheibenförmige Gestalt, die indes etwas dicker ist, als bei der Ausseer Art und durch Schalenwülste, welche vom Externteil schräg nach rückwärts auf die Flanken ziehen, wobei sie sich bis zum gänzlichen Obliterieren abschwächen. Sie reichen nur etwa bis in die Hälfte der Umgangshöhe herab, während die entsprechenden Bildungen bei *A. dimidiatus* bis zum Nabel herabziehen und wohl auch weiter voneinander abstehen. Bei *A. subdimidiatus* findet sich ferner anstatt je eines solchen Wulstes eine Gruppe von zwei bis drei davon. Bei einem Exemplar (Fig. 9) finde ich bei der vorderen Gruppe einen kräftigen Wulst vor zwei schwachen stehen, bei der hinteren, um einen Winkel von etwa 50° davon entfernten Gruppe einen kräftigen Wulst zwischen zwei schwächeren. An dem anderen Exemplare (Fig. 10) ist nur etwa $^1/_6$ der Schlußwindung vorhanden; dieses zeigt zahlreiche schwache Falten, dicht gedrängt; nach vorn schalten sich hie und da etwas kräftigere ein, dann folgen die zwei stärksten Wülste, von denen der vordere den hinteren sehr überwiegt.

An beiden Exemplaren ist zu erkennen, daß die äußeren Schalenwülste schon auf der Wohnkammer stehen; auf den inneren Windungen scheinen sie zu fehlen, was sich übrigens nicht völlig sicherstellen ließ. Das eine der Exemplare (Fig. 10) zeigt aber sehr dicke innere Windungen, während die äußeren auf den Flanken sich immer mehr und mehr abflachen. Danach kann *A. subdimidiatus* wohl nur zu dem Subgenus *Pararcestes* gehören, wenn jene Art nicht etwa ein neues Subgenus repräsentiert, bei dem die inneren Windungen dick ohne Labien, die äußeren aber flach mit solchen wären, wofür der Name *Anisarcestes* verwendet werden könnte.

Nach dem Auftreten der Schalenwülste auf der Externseite der Schlußwindung würde diese Art zu der Gruppe der *A. extralabiati* gehören, doch sind die inneren und äußeren Windungen verschieden.

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, p. 91, Taf. LVII, Fig. 1.

[2] Ebenda, Bd. I, 1. Hälfte, p. 134, Taf. L, Fig. 4.

Mojsisovics stellt seinen *A. dimidiatus,*[1] der dem *A. subdimidiatus* im Habitus ähnlich ist, zu der Gruppe der *A. intuslabiati* und damit zu *Arcestes* im engeren Sinne, was mir nicht zutreffend erscheint; *A. dimidiatus* gehört wohl ebenfalls eher zu *Pararcestes.* Die Loben konnten leider nicht bloßgelegt werden.

Die Dimensionen der zwei vorliegenden Exemplare sind folgende (in Millimetern):

Durchmesser	53·7	(50?)
Dicke	20·5	23·2
Nabelweite	7·5	7

Fundort: Hagighiol (2 Exemplare, je eines von Simionescu und Redlich gesammelt).



Fig. 9.



Arcestes (Pararcestes?) subdimidiatus Kittl n. f. von Hagighiol (Sammlung des Hofmuseums).

Fig. 10.



Arcestes (Pararcestes?) subdimidiatus Kittl n. f. von Hagighiol (Sammlung Simionescu).

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, p. 134, Taf. L, Fig. 4. — Ebendort, Supplement, p. 264.

80. Arcestes (Pararcestes) trilabiatus Kittl n. f.

Textfiguren 11 bis 15.

Diese Art schließt sich an *A. rotundatus* Mojs.[1] und *A. sublabiatus* an, zeigt (wie diese und andere ähnliche Formen) regelmäßig drei Labien oder innere Schalenleisten, die außen durch schwächere Wülste markiert erscheinen. Besonders charakteristisch sind ganz leichte Abflachungen an den Flanken und eine etwas stärkere auf der Externseite. In den Formverhältnissen ist trotz der Konstanz der erwähnten Eigenschaften eine gewisse Variabilität nicht zu verkennen, die sich hauptsächlich auf die Dicke bezieht. Am häufigsten ist eine mittlere Dicke (typische Exemplare), weniger häufig kann eine geringere, relativ selten eine größere Dicke beobachtet werden.

Bei älteren Exemplaren wird die dorsale Abflachung gegen die Mündung zu intensiver, weshalb die Art zu *Pararcestes* gestellt werden muß.

Manche Exemplare lassen erkennen, daß bei ihnen die dorsale Abflachung sich über mindestens zwei der äußeren Umgänge erstreckt; ich bezeichne diese vorläufig als var. *discoides.*

An einigen Exemplaren finde ich nachfolgende in Millimetern gemessene Dimensionen.

	var.			var. *discoides*	Typen		
Durchmesser	38·5	34·6	38·0	35·5	44·3	42·5	48·1
Dicke	21·6	20·5	22·0	24·4	29·4	28·1	27·5
Nabelweite	4·9	3·4	3·5?	3·5	5·0	5·0	4·3

Fundorte: Hagighiol, 34 Exemplare (Kollektion Redlich, 16 Exemplare; Kollektion des Autors, 18 Exemplare, Kollektion Simionescu, 1 Exemplar); Hügel westlich von Sabangeak (Kollektion des Autors, 3 Exemplare).

Fig. 11.

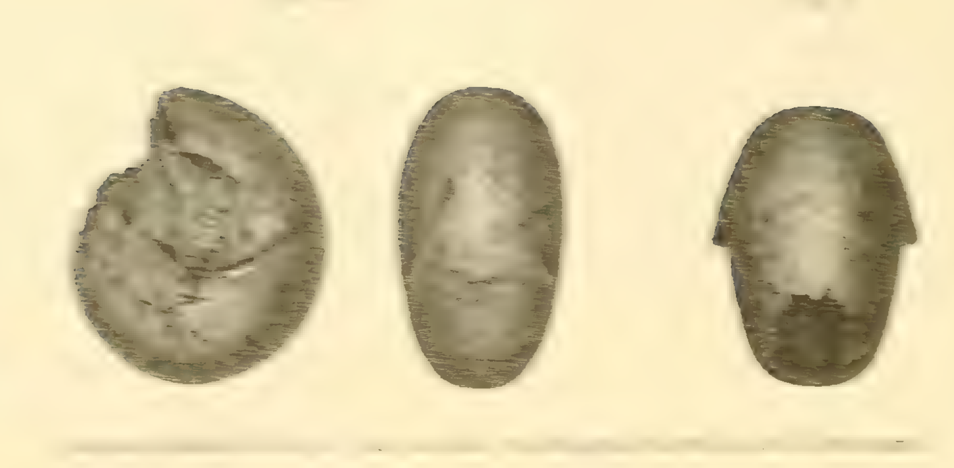
Fig. 12. Fig. 13.



Arcestes (Pararcestes) trilabiatus Kittl n. f. von Hagighiol (Fig. 11 u. 12 Sammlung des Hofmuseums, Fig. 13 Sammlung Simionescu).

[1] E. v. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, Bd. I, 1. Hälfte, p. 96, Taf. LVI, Fig. 7.





Übersicht der ladinischen Fossilien.

		Hagighiol	Lutu roșiu Ostausläufer	Sabangeak	Cataloi	Tulcea Steinbruchberg	Sonstige Fundorte
1	*Rhabdocidaris* sp.	.	+	.	.	.	
2	*Encrinus reticulatus* Dittm.	+	.	.	.	.	
3	*Discina Pascui* Kittl n. f. .	+	.	+	.	.	
4	*Koninckina productiformis* Kittl n. f.	.	+	.	.	.	
5	*Spiriferina primarialis* Kittl n. f.	.	+	.	.	.	
6	— cf. *Fraasi* Bittn. . .	.	+	.	.	.	
7	— sp. indet.	+	.	.	.	.	
8	*Retzia* aff. *Schwageri* Bittn.	.	+	.	.	.	
9	— aff. *Mojsisovicsi* Böckh	.	+	.	.	.	
10	— aff. *superba* Suess . .	.	+	.	.	.	
11	*Waldheimia subangusta* Mstr.	.	+	.	.	.	
12	*Rhynchonella dilatata* Suess	+	.	.	.	.	
13	— *eupentagona* Kittl n. f.	.	+	.	.	.	
14	— cf. *refractifrons* Bittn.	.	+	.	.	.	
15	— aff. *pirum* Bittn. . .	.	+	.	.	.	
16	— cf. *Kellneri* Bittn. . .	+	.	.	.	.	
17	— aff. *retrocita* Suess .	.	+	.	.	.	
18	*Posidonomya* cf. *alta* Mojs.	.	.	.	+	.	
19	*Daonella hagighiolensis* Kittl n. f.	+	.	.	.	+	
20	— *Anastasiui* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
21	*Halobia fluxa* Mojs. sp .	.	.	.	+	+	
22	*Avicula* cf. *obtusa* Bittn. .	.	.	.	.	+	
23	*Mysidioptera* sp.	.	+	.	.	.	
24	*Entolium* sp.	.	+	.	.	.	
25	*Pecten concentricestriatus* M. Hoern.	+	.	.	.	.	Tepe Taușan; Jacob Mogh, W.; Alibeichiöi, N.
26	*Homomya* sp.	.	+	.	.	.	
27	*Dentalium lombardicum* Kittl	.	+	.	.	.	
28	*Neritaria subincisa* Kittl	+	.	.	.	.	

		Hagighiol	Lutu roșiu Ostausläufer	Sabangeak	Cataloi	Tulcea Steinbruchberg	Sonstige Fundorte
29	*Atractites* cf. *Böckhi* Stürzenb.	.	.	+	.	.	
30	— *ausseanus* Mojs. . .	+	.	.	.	.	
31	— sp.	.	+	.	.	.	
32	— *paliformis* Kittl n. f. .	+	.	.	.	.	
33	*Orthoceras increscens* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
34	— *triadicum* Mojs. . . .	+	.	.	.	.	
35	*Syringoceras* sp.	.	+	.	.	.	
36	*Trachynautilus minuens* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
37	*Arpadites Redlichi* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
38	*Celtites laevidorsatus* Hau.	+	.	.	.	.	
39	*Buchites ?* sp.	+	.	.	.	.	
40	*Clionites dobrogeensis* Kittl n. n.	+	.	.	.	.	
41	— cf. *Arnulfi* Mojs. . .	+	.	.	.	.	
42	— *promontis* Kittl n. f. .	+	.	.	.	.	
43	— *Mrazeki* Kittl n. f. . .	+	.	.	.	.	
44	— *evolutus* Kittl n. f. . .	+	.	.	.	.	
45	— sp. indet. juv.	+	.	.	.	.	
46	*Protrachyceras furcatum* Mstr.	+	.	.	.	.	
47	— cf. *Archelaus* Laube .	+	.	.	+	.	
48	— cf. *pseudo-Archelaus* Böckh	.	.	.	+	.	
49	— *Rudolphi* Mojs. var. n. *euxina* Kittl	+	.	.	.	.	
50	— *sirenitoides* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
51	— cf. *regoledanum* Mojs.	+	.	.	.	.	
52	*Trachyceras* cf. *Aon.* Mstr.	+	.	.	.	.	
53	*Lobites monilis* Laube . .	+	.	.	.	.	
54	— cf. *ellipticus* Hau. . .	+	.	.	.	.	
55	— sp. indet	+	.	.	.	.	
56	— sp. indet.	.	+	.	.	.	
57	*Jovites euxinus* Kittl n. f. .	+	.	.	.	.	
58	*Sageceras Walteri (?)* Mojs.	+	.	.	+	.	
59	— sp. indet. juv.	.	+	.	.	.	
60	*Pinacoceras Layeri* Hau . .	+	.	+	.	.	
61	*Megaphyllites Jarbas* Mstr.	+	+	.	.	.	
62	— juv. cf. *applanatus* Mojs.	+	.	.	.	.	

		Hagighiol	Lutu roșiu Ostausläufer	Sabangeak	Cataloi	Tulcea Steinbruch-berg	Sonstige Fundorte
63	*Monophyllites Aonis* Mojs.	+	.	+	.	.	
64	*Romanites Simionescui* Kittl n. f.	—	+	+	.	.	
65	*Procladiscites Pascui* Kittl n. f.	—	.	.	.	.	
66	*Cladiscites primitivus* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
67	*Hypocladiscites (?)* sp. indet.	+	+	.	.	.	
68	*Joannites subdiffissus* Mojs.	—	.	.	.	.	
69	— *Klipsteini* Mojs. . . .	+	.	.	.	.	
70	— *Stefanescui* Kittl n. f. .	—	.	.	.	.	
71	— *Alimanestianoi* Kittl n. f.	—	.	.	.	.	
72	— f. indet.	—	.	.	.	.	
73	*Sphingites* cf. *Meriani* Mojs.	+	.	.	.	.	
74	*Arcestes Gaytani* Klipst. .	+	.	.	.	.	
75	— *bicarinatus* Mstr. . .	+	.	.	.	.	
76	— cf. *Münsteri* Mojs. . .	+	.	.	.	.	
77	— *Barrandei* Laube . .	+	.	.	.	.	
78	— aff. *subtridentinus* Mojs.	—	.	.	.	.	
79	— *subdimidiatus* Kittl n. f.	+	.	.	.	.	
80	— *trilabiatus* Kittl n. f. .	—	.	+	.	.	
81	— » var. *crassus* Kittl	+	.	.	.	.	
82	— *petrosensis* Kittl n. f. .	—	.	.	.	.	
83	— aff. *Antonii* Mojs. . .	+	.	.	.	.	
84	— sp. indet. (aff. *colonus*) Mojs.	+	.	.	.	.	
85	— f. indet.	+	.	.	.	.	

B. Muschelkalk.

Schon Redlich berichtete über Funde von Fossilien,[1] in der Nähe von Hagighiol, und zwar in der Lokalität Lutu roșiu die ich als Muschelkalk ansprach (Schreyeralmschichten); auch die von Redlich bei Bașchiöi gesammelten und von mir als Muschelkalk bestimmten Fossilien finden hier eine genauere Beschreibung.

V. Anastasiu[2] konstatierte diese Schreyeralmschichten auch am Căusu Mic bei Hagighiol, von wo er eine größere Anzahl von bestimmbaren Fossilien anführte.

J. Simionescu sandte mir unter den übrigen Fossilien von Hagighiol Ammoniten, welche ich als Muschelkalkformen ansprechen möchte, obwohl einige in identischen oder nahe verwandten Formen in die tieferen ladinischen Niveaus aufsteigen.

Von den bei Hagighiol bisher bekannt gewordenen Fossilien der Schreyeralmschichten sowie von jenen von Bașchiöi sind oben schon p. 14—17 und 22 vollständige Listen angeführt worden. Zu diesen Lokalitäten kommen noch folgende von mir aufgefundene, an welchen ebenfalls fossilführende rote Kalke dieser Schichten auftreten:

Camber in der Fortsetzung von Bașchiöi gegen OSO,
der Hügel Mandra südlich vom Wege zwischen Kongaz und Hagighiol,
der Sattel zwischen Usum Bair und Kairak Bair nordöstlich von Enichiöi,
der Berg Tașli nordöstlich von dem auf der rumänischen Karte so bezeichneten und
der Steinbruch am Windmühlenberg in Tulcea.

Auch diese Lokalitäten fanden schon im stratigraphischen Teile eine ausführlichere Beschreibung.

a) Brachiopoda.

86. Spiriferina cf. Mentzelii Dkr.

Einige einzelne Klappen lassen sich dieser Art gut anschließen, wenngleich sie damit nicht völlig übereinstimmen.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (3 Exemplare, Kollektion Redlich).

87. Spirigera marmorea var. auriculata Bittn.

Sp. marmorea Bittn.[3] ist eine häufig erscheinende Art in der Facies der Schreyeralm- und Buloger Kalke, von der eine Anzahl von Varietäten bekannt gemacht ist. Unsere Exemplare schließen sich an var. *auriculata*[4] so nahe an, daß man sie wohl damit vereinigen darf, obwohl sie vielleicht etwas breiter sind als die Exemplare der Schreyeralm.

Fundorte: Hügel Mandra südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (3 Exemplare); Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol.

---

[1] Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 496.

[2] Thèses (Paris 1898), p. 41.

[3] A. Bittner, Brach. der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 42, Taf. XXXIII, Fig. 1 bis 13; — A. Bittner, Dass., Nachtr. I, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVII, 2. Heft, 1891, p. 4, Taf. II, Fig 7 und 8.

[4] A. Bittner, Brach. der alpinen Trias, p. 43, Taf. XXXIII, Fig. 7 und 8.

88. **Retzia** sp. indet.

Ein kleines, überdies unvollständiges Exemplar gestattet keine Identifizierung mit der *R. speciosa* Bittn.[1] — der Art der Schreyeralmmarmore — obgleich dessen Zugehörigkeit zu *Retzia* durch die Punktierung der Schale sichergestellt erscheint.

Fundort: Hügel Mandra südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol.

89. **Rhynchonella refractifrons** Bittn.

1890. A. Bittner, Die Brach. der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, p. 39, Taf. XXI, Fig. 5 bis 15.

Es kommt sowohl die normale Form (Fig. 5 bei Bittner) als auch die var. *intumescens* (Fig. 14 und 15 bei Bittner) vor.

Fundorte: Hagighiol, Lutu roșiu, S (3 Exemplare, Kollektion Redlich), Tulcea, städtischer Steinbruch auf dem Windmühlenberg (1 Exemplar, Kollektion des Autors).

90. **Rhynchonella refractifrons** cf. var. **bosniaca** Bittn.

Der inverse Stirnrand unserer Exemplare entbehrt, wie var. *bosniaca*[2] der Knickung und dürften jene daher mit der letzteren vereinigt werden können, welche mitunter die gleiche Eigenschaft zeigt.[3] Bei unseren Exemplaren ist dieselbe aber konstant vorhanden.

Fundort: Hügel Mandra südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (4 Exemplare).

91. **Rhynchonella** cf. **arcula** Bittn.

Die Formen der Gruppe der *Rh. pirum* Bittn., welche Art[4] aus den unterkarnischen Hallstätter Kalken beschrieben wurde, reichen bis in das Muschelkalkniveau hinab.[5] Es ist eine unserem Exemplare ganz ähnliche Form, welche in den Buloger Kalken Bosniens vorkommt. Wie dort, scheint unsere *Rhynchonella* auch in der Dobrudscha selten zu sein. Es hat aber bereits A. Bittner[6] eine zu derselben Gruppe gehörige Art von der Schreyeralpe beschrieben; es ist seine *Rh. arcula,* welche relativ stärker aufgebläht ist als die von mir aus Bosnien zitierte *Rh.* cf. *pirum* und als die hier aus der Dobrudscha angeführte, so daß die letzteren in ihrer Gestalt der *Rh. pirum* in der Tat ähnlicher sind als der *Rh. arcula*; doch ist das Original der letzteren vielleicht ein etwas abnorm ausgebildetes Exemplar der Art.

Fundort: Hügel Mandra südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (2 Exemplare).

92. **Waldheimia** aff. **gregalis** Bittn.

Taf. III, Fig. 6.

Mit dieser von A. Bittner aus dem bosnischen Muschelkalk beschriebenen Art[7] stammt ein von mir in den Materialien von Hagighiol gefundenes vollständiges Exemplar im Umrisse recht gut überein. Die

---

[1] A. Bittner, Brach. der alpinen Trias. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 43, Taf. XXX, Fig. 14 und 15.

[2] A. Bittner, Brach. der alpinen Trias, Nachtr. I. Abhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. XVII, Heft 2, 1892, p. 3, Taf. IV, Fig. 35 bis 38.

[3] Vergl. Bittner, l. c., Taf. IV, Fig. 36.

[4] A. Bittner, Brach. der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 214, Taf. IX, X und XXXIV.

[5] E. Kittl, Geol. der Umgebung von Sarajevo, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1903, p. 706.

[6] L. c., p. 40, Taf. XXXI, Fig. 1.

[7] A. Bittner, Brachiopoden, Lamellibranchiaten aus der Trias von Bosnien etc. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1902, Bd. LII, p. 200, Taf. XXI, Fig. 1 bis 5.

Stirnkommissur senkt sich aber tiefer herab, die kleine Klappe ist aber nur an dieser Stelle tiefer eingesenkt, während sie hinten am Wirbel etwas aufgewölbt ist. Das Septum derselben ist relativ kurz.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (1 Exemplar, Redlich leg.).

93. **Waldheimia** cf. **pulchella** Bittn.

Eine große Klappe stimmt in der Gestalt und Verzierung mit der genannten, durch A. Bittner vom Naßkör (Brach. der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XIV, 1890, p. 200, Taf. V, Fig. 15 und 16) beschriebenen Art überein. Sehr wahrscheinlich stammt sie von derselben oder einer ähnlichen Art, die durch die große Breite der Klappen, die mediane Furche und die konzentrischen Randrunzeln ausgezeichnet ist.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

b) Lamellibranchiata.

94. **Lima** sp.

Eine kleine Klappe, welche eine nähere Bestimmung nicht zuläßt.

Fundort: Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol.

95. **Mysidioptera** cf. **Kittli** Bittn.

Mit der von A. Bittner (Lamellibranch. der alpinen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVIII, p. 198, Taf. XXI, Fig. 15) beschriebenen *Mysidioptera Kittli* stammen die vorliegenden Exemplare in allen erkennbaren Details überein.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

96. **Pecten cancellans** Kittl.

1903. Ib. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. 53, p. 712 (E. Kittl, Geologie der Umgebung von Sarajevo).

Von dieser im bosnischen Muschelkalke auftretenden Form fanden sich mehrere Exemplare.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (4 Exemplare).

97. **Pecten** sp.

Eine glatte Form, wie sie namentlich in den Buloger Kalken Bosniens aber auch anderwärts häufig ist. Eine genauere Bestimmung werden erst vollständigere Exemplare erlauben.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

98. **Pecten** oder **Aviculopecten** indet.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

99. **Pecten subconcentricus** Kittl.

1904. E. Kittl, Geologie der Umgebung von Sarajevo, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. LIII, p. 712.

Dieser Vorläufer der jüngeren ganz ähnlichen Form *P. concentricestriatus* M. Hoern. der karnischen Hallstätter Kalke fand sich auch in der Dobrudscha.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 4 Exemplare).

100. Pachycardia ? sp.

Eine mir vorliegende Bivalve hat große Ähnlichkeit mit *Pachycardia alunulata* Kittl[1] aus den Buloger Kalken bei Sarajevo. Die Hinterseite verschmälert sich rasch, wie bei den Pachycardien, sonst wäre die Klappe auch mit den p. 40 erwähnten Homomyen zu vergleichen gewesen.

Fundort: Taşli zwischen Cataloi und Hagighiol.

c) Gastropoda.

101. Kokenella glaberior Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 7.

In den Form- und Größenverhältnissen stimmt diese neue Art mit der durch mich von St. Cassian beschriebenen *Kokenella Laubei* überein, zeigt auch die sichelförmig vorgezogenen Radialrippen, entbehrt aber der Spiralkiele ganz, welche jene Art charakterisieren.

Fundort: Hagighiol, Lutu roşiu, S (1 Exemplar, Redlich leg.).

102. Pleurotomaria (Sagana) cf. bellisculpta Kok.

Zwei Fragmente der größten Windung einer von mir in der Dobrudscha gesammelten *Pleurotomaria* stimmen sehr gut mit *Pl. (Sagana) bellisculpta* Kok.[2] überein, welche Form nach dem genannten Autor — soweit bekannt — in den Subbullatusschichten auftritt und in älteren Schichten bisher nicht gefunden worden ist. Diese Verschiedenheit der Lagerstätte und die Unvollständigkeit des Materials aus der Dobrudscha verbieten vorläufig eine Identifizierung des letzteren mit der Hallstätter Art.

Fundort: Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (2 Exemplare, Autor leg.).

103. Worthenia sp.

Ein Fragment, einer der kleinen Formen von St. Cassian ähnlich, verdient nur der Vollständigkeit halber erwähnt zu werden.

Fundort: Hagighiol, Lutu roşiu, S (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

104. Trypanostylus sp. indet.

Eine kleine Form, die sich übrigens jenen schlanken Formen (wie *Tr. subcolumnaris* Mstr.) anzufügen scheint, die in den Marmolata- und Esinokalken sowie in den Schichten von St. Cassian verbreitet sind, also in den Südalpen hauptsächlich in der ladinischen Stufe vorkommen.

Fundort: Hagighiol, Lutu roşiu, S (1 Exemplar, Redlich leg.)

d) Cephalopoda.

105. Dictyoconites kongazensis Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 8.

Ein Phragmokon von sehr kleinen Dimensionen und gleichzeitig kleinem Konvergenzwinkel zeigt die kräftigen Längsrippen, wie sie für die Gruppe der *striati*[3] charakteristisch sind und deren zwei als Asymptotenrippen stärker ausgebildet sind. Die Querstreifung ist recht zart.

---

[1] Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt. 53. Bd., 1903, p. 718, Taf. XXIII, Fig. 18.

[2] E. Koken, Die Gastrop. der Trias um Hallstatt. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XVII, Heft 4, (1897) p. 40, Taf. VI, Fig. 4.

[3] E. v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 1. Abt., Suppl. (1902), p. 184, woselbst auch die sonstige Literatur zu finden ist.

Durch die geringen Dimensionen schon von den bisher beschriebenen Arten abweichend, dürfte diese Art auch wegen der fast zylindrischen Gestalt und wegen des Zurücktretens der Querstreifung von den bekannten Arten zu trennen sein.

Eine einzige Art ist bisher aus dem Muschelkalke genauer beschrieben worden (*D. acus* Hau.) während alle anderen Arten jüngeren Triashorizonten angehören. Die genannte Muschelkalkart gehört einer anderen Gruppe an, wie unsere. Es ist danach gegenwärtig unmöglich, aus dem Auftreten der *Dictyoconites*-Art auf das Alter der Lagerstätte in der Dobrudscha einen Schluß zu ziehen.

Fundort: Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol.

106. Orthoceras dubium Hau.

1847. *Orthoceras dubium* Hauer, Neue Cephalopoden von Aussee (p. p.), Haidingers Naturwiss. Abh., I, p. 260, Taf. VII, Fig. 3, 4 und 6 bis 8 (nicht Fig. 5).

1873. *Orthoceras dubium* Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallst. Kalke, I. Hälfte, p. 1, Taf. V, Fig. 4 und 5 (?).

Unter dieser Bezeichnung hat F. v. Hauer vielleicht mehrere Formen (ich will nicht sagen: Arten) zusammengefaßt. Sein als Typus des *O. dubium* anzusehendes Exemplar (l. c., Fig. 3) zeigt eine Entfernung der Kammerscheidewände, die etwa gleich dem mittleren Durchmesser der Kammer ist, während ein anderes (in Fig. 6 dargestelltes) Gehäuse eine Scheidewanddistanz zeigt, die etwa das Anderthalbfache des mittleren Kammerdurchmessers besitzt.

Freilich bemerkte schon Hauer, daß die Distanz der Scheidewände sehr variabel sei und bei kleineren Individuen relativ geringer als bei größeren. Es ist deshalb nicht leicht zu entscheiden, ob die größeren mit den kleineren zu einer Art gehören. Das soll auch hier nicht weiter untersucht werden. Wohl aber darf ich darauf hinweisen, daß eines der aus der Dobrudscha vorliegenden Exemplare mit der Type der Art bezüglich der geringeren Scheidewanddistanz gut übereinstimmt.

Diesem einen sicheren *O. dubium* darf man wohl andere ähnlich gestaltete anfügen; weitere sehr kleine oder unvollständige Exemplare konnten auf ihre Zugehörigkeit nicht näher untersucht werden.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu (Kollektion Redlich, 3 Exemplare).

107. Orthoceras sp. indet.

Langgestreckte spitzkonische Gehäuse, die einer spezifisch eigentümlichen Skulptur entbehren, also vielleicht zu *O. dubium* Hau., *O. triadicum* Mojs. oder einer ähnlichen Art gehören. Art- und Altersbestimmung sind wegen der Unvollständigkeit der Reste auszuschließen. Ein solches von Peters bei Bașchiöi gesammeltes *Orthoceras* liegt in der Sammlung des Grazer Geologischen Universitätsinstitutes.

Fundort: Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (6 Exemplare, Autor leg.).

108. Danubites cf. Floriani Mojs.

Ein mir vorliegendes fragmentarisch erhaltenes Gehäuse ist dem *D. (Celtites) Floriani* Mojs.[1] von der Schreyeralpe ähnlich; es entbehrt des Externkieles und sind die Flanken mit wenigeren und breiteren Radialrippen geziert. Das Fehlen des Externkieles erinnert insbesondere an *D. (Celtites) Floriani* Mojs.[2] Die Formen, welche Diener aus der unteren Trias und dem Muschelkalk des Himalaya beschrieb,[3] können nicht in näheren Vergleich gezogen werden.

---

1 E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, p. 147, Taf. 31, Fig. 3.

2 E. v. Mojsisovics, l. c., p. 145, Taf. 28, Fig. 5 bis 7, Taf. 31, Fig. 4.

3 Palaeontologia Indica, Ser. XV, Himalayan fossils, Vol. II.

Eine sichere Bestimmung des Exemplares ist noch dadurch erschwert, daß die Lobenlinie desselben nicht ermittelt werden konnte. Zwei weitere viel kleinere Exemplare könnten vielleicht Jugendexemplare darstellen.

Fundorte: Hagighiol, Lutu roșiu (1 Exemplar, Kollektion Redlich); Lutu roșiu, S (1 Exemplar, Kollektion Redlich).

109. Danubites cf. fortis Mojs.

Zwei Exemplare dürften sich als Jugendexemplare an *D. fortis* Mojs. (E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der mediterranen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, 1882, p. 147, Taf. 28, Fig. 2 und 3) gut anschließen. Der Querschnitt der fast ganz evoluten Umgänge ist breiter als hoch. Die Flanken sind stark, die breite Externseite ist flach gewölbt; auf den ersteren sind die Radialfalten kräftig entwickelt und setzen in schwächerer Ausbildung über die Externseite hinweg. An jedem der beiden untersuchten Exemplare ist die ungleiche Ausbildung der Radialfalten auffällig.

Fundort: Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol (2 Exemplare, Autor leg.).

110. Danubites celtitoides Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 9.

Unserem Fossil recht ähnliche Formen hat F. v. Hauer aus dem bosnischen Muschelkalk (Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. 63, 1896, p. 35, Taf. XII, Fig. 1 bis 8) als *Sibyllites (S. planorbis)* beschrieben, von welchen die aus der Dobrudscha vorliegende Form u. a. durch die zu schildernde Ausbildung der Radialfalten abweicht. *S. planorbis* dürfte zu *Japonites* (Untergattung von *Danubites*) gehören, deren Formen[1] ebenfalls mit unserer Art viele Ähnlichkeit haben.

Auch aus der unteren Trias sind durch Diener zahlreiche ähnliche Formen der Gattung *Ophiceras* bekannt.

Von all diesen Formen unterscheidet sich unsere Art dadurch, daß die Radialfalten vom Nabelrande schräg nach hinten verlaufen, während sie bei den obzitierten Arten rein radial orientiert sind oder nach vorn streben. Sonst dürften insbesondere untertriadische *Danubites*-Formen des Himalaya die größte Ähnlichkeit aufweisen *(D. planidorsatus)*.

Mit Rücksicht auf die Stellung der Radialfalten wären noch gewisse Formen von *Monophyllites* aus dem Muschelkalke des Himalaya zu vergleichen (*M. Pitamaha* Dien.).

Die Lobenlinie zeigt auf den Flanken zwei relativ hohe runde Lateralsättel. Bei dem augenscheinlich juvenilen Zustande der vorliegenden Exemplare ist es schwer zu entscheiden, ob eine Form von *Danubites* oder *Monophyllites* vorliegt. Die Gestalt wie die Lobenlinie spricht indes mehr für die erstere Gattung.

Fundort: Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol (2 Exemplare, Autor leg.).

111. Hungarites Danubii Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 10 und 11.

Eine anscheinend veränderliche Art zeigt folgende individuelle Entwickelung. Einem glatten, relativ dicken, genabelten ersten Jugendstadium mit gewölbter Externseite folgt ein Entwicklungsstadium etwas flacherer Gestalt mit typischen Dinaritesfalten radiärer Richtung. Dann schwinden die Radialfalten und es bildet sich ein scharfer Kiel auf der Externseite. Die Gehäuse sehen dann wie *Hungarites* aus, welche Gattung in den Alpen erst in der ladinischen Stufe erscheint.

---

[1] Vergl. C. Diener, Himalayan fossils, Vol. II (Palaeontologia Indica, Ser. XV).

Ein kleines Exemplar von etwa 12 *mm* Durchmesser zeigt vier schwachgezähnte Loben und runde Sättel.

Ein anderes Exemplar von 14 *mm* Durchmesser mit etwa acht Radialfalten pro Umgang besitzt gezähnte Loben.

Beide stehen noch in einem Stadium, wo die erste Andeutung des Externkieles ausgebildet wird.

Es dürften in dem Material wohl hier verschiedene Arten vertreten sein. Ich bilde zunächst eine prägnante Form als *H. Danubii* (Fig. 10) ab und lasse in Fig. 11 noch eine Jugendform folgen.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (pl. Kollektion Redlich).

112. **Ceratites** sp.

Das vorliegende Fragment schließt sich an die Altersstadien von *C. planus* Arth. und *C. glaber* Arth. am besten an, da es der Knoten ganz entbehrt und auch im Querschnitte den genannten Formen recht nahe kommt.

Fundort: Camber.

113. **Anolcites furcosus** Mojs.

1893. *Anolcites furcosus* Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallst. Kalke, II. Teil (Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. VI, 2. Hälfte), p. 692, Taf. CC, Fig. 1.

1900. *Anolcites furcosus* Diener, Die triad. Cephalopodenfauna der Schiechlinghöhe (Beitr. z. Pal. Österreich-Ungarns und des Orients, Bd. XIII), p. 12, Taf. I, Fig. 3.

Es liegt ein großer Teil der Schlußwindung eines Exemplares vor, das völlig dem Typus der Art zu gleichen scheint. Querschnitt und Skulptur stimmen ganz mit dem durch Mojsisovics von der Schiechlinghöhe abgebildeten Exemplare überein.

Fundort: Hagighiol (1 Exemplar, Kollektion Simionescu).

114. **Acrochordiceras** cf. **enode** Hau.

Mit der von F. v. Hauer beschriebenen Art *Ac. enode*[1] aus den Buloger Kalken stimmen die zwei mir vorliegenden Exemplare in Bezug auf Skulptur und Lobenlinie ganz wohl überein. Der Nabel aber scheint etwas weiter zu sein.

Die Exemplare, auf welche ich mich hier beziehe, befinden sich im Geologischen Institute der Grazer Universität und liegen denselben die Originalbestimmungen von Peters bei, nämlich »*Ammonites Jamesoni* Sow.« und »*Ariet* vom Habitus des *Amm. angulatus* (etwa *A. Charmassei* d'Orb.)«. Beide sind aber nach meinem Befunde zu *Acrochordiceras* zu stellen.

Redlich erwähnt dieselben, wobei er schreibt: »Beide konnten leicht als *Ptychites* bestimmt werden.«[2] Mit Ptychiten haben sie indes nur eine entfernte Ähnlichkeit, da die Radialskulptur über die Externseite in unverminderter Ausbildung hinüberzieht. Dazu kommt noch die Verschiedenheit der Lobenlinie.

Fundort: Bașchiöi (Kollektion Peters, 2 Exemplare).

---

[1] F. v. Hauer, Cephalopoden aus der Trias von Bosnien, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIX, 1892, p. 272, Taf. VII, Fig. 1.

[2] Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1896, p. 499.

115. Dobrogeites tirolitiformis Kittl n. gen., n. f.

Taf. III, Fig. 12 und 13.

Der Charakter der Gattung ist etwa folgender: Gehäuse scheibenförmig, weit genabelt. Innere Windungen mit deutlicher *Tirolites*-Skulptur. Lobenlinie mit einer Anzahl von Loben und Sätteln (etwa 6), die äußeren Loben mit wenigen Zacken, die inneren und die Sättel fast glatt, gerundet.

Ein Anschluß dieser durch ihre Skulptur an *Tirolites* erinnernden Gattung an die genannte ist mit Rücksicht auf die Lobenlinie ausgeschlossen. *Meekoceras* würde in Bezug auf letztere einige Ähnlichkeit aufweisen, ist aber enge genabelt und auch sonst abweichend gestaltet. So steht also *Dobrogeites* vorläufig in dem Formenheer der Triasammoniten ziemlich isoliert.

Die vorliegende Art ist zunächst die einzige der neuen Gattung. Das flach scheibenförmige Gehäuse zeigt innere Windungen von der Gestalt und Verzierung von *Tirolites,* eine äußere Windung (es ist wohl kaum die Schlußwindung) zeigt fast ebene, eingesenkte Flanken, die von der etwas aufgetriebenen gewölbten Externseite eingefaßt werden, auf der hie und da schräg verzerrte Knoten angedeutet sind. Die regelmäßigen, scharf ausgeprägten Radialfalten der innersten Umgänge verlieren sich bei der Entwicklung des Gehäuses bald und werden nicht nur in Bezug auf Stärke, sondern auch in der Anzahl pro Umgang reduziert.

Bei einer Umgangshöhe von 4 *mm* zähle ich fünf Loben einschließlich des Externlobus, $^1/_6$ Umgang weiter schon sechs Loben, so daß also eine weitere Vermehrung der Lobenelemente bei größerer Umgangshöhe erwartet werden darf. Die Vermehrung der Lobenelemente scheint vom Nabelrande her stattzufinden. Auffällig ist die relative Größe des Externsattels, welcher der größte aller Sättel ist. Die Sättel sind — soweit sie zu beobachten sind — gerundet, nur bei dem Externsattel scheint sich eine Kerbung vorzubereiten. Die Loben sind schwach gezackt.

Die mir vorliegenden Exemplare machen einen juvenilen Eindruck; trotzdem glaubte ich, sie nicht übergehen zu dürfen.

Fundort: Berg Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol (4 Exemplare, Autor leg.).

116. Megaphyllites angustus Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 14 und 15.

Wie Mojsisovics anführt, findet sich in den ladinischen und karnischen Schichten eine *Megaphyllites*-Form zusammen mit *M. Jarbas* Mstr., die aber schmäler ist als diese. (*M. applanatus* Mojs.[1])

Die mir vorliegende Form ist nun sicher schmäler als *M. applanatus,* dabei so stark seitlich abgeflacht, daß sie dickeren Formen von *Placites* ähnlich wird. Dazu ist *M. angustus* relativ weit genabelt.

Die Lobenlinie konnte bei allen Exemplaren beobachtet werden, so daß die Zugehörigkeit zu *Megaphyllites* nicht bezweifelt werden darf. Es sind die Elemente der Lobenlinie in relativ geringer Zahl vorhanden; ich zähle fünf Sättel. Kleinere Gehäuse haben flach gewölbte Flanken, erst bei größeren tritt die *Placites* ähnliche Gestalt mit flachen Flanken auf.

Dimensionen in Millimetern:

Durchmesser	30·5	23·5	12·2
Dicke	9·4	6·5	4·0
Nabelweite	2·2+	2·6	1·9

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 4 Exemplare).

[1] E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallst. Kalke, I. Band, p. 47 u. 315, Taf. XIX, Fig. 5 u. 8.

117. Megaphyllites umbonatus Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 16 und 17.

Von *M. sandalinus*, der Art des alpinen Muschelkalkes,[1] welche F. v. Hauer auch aus dem bosnischen Muschelkalk anführt,[2] unterscheidet sich die vorliegende durch den relativ weiten und tiefen Nabel und wohl auch durch die Loben. Der Externsattel ist nicht wie bei *M. sandalinus* in geneigter, sondern in gerader Stellung. Von *M. augustus*, der ebenfalls einen weiten Nabel besitzt, unterscheidet sich diese Art durch die Wölbung der Flanken sowie durch die Verschmälerung der Externseite.

Die Lobenlinie zeigt sieben bis acht Sättel und Loben, unterscheidet sich also auffällig von derjenigen der vorangehenden Art. Das Original zu Fig. 16 zeigt fast nur Runzelstriche (Epidermiden), ist daher ein innerer Kern. Die Zuwachsstreifen sind auf diesem Exemplare nur sehr undeutlich, dagegen auf dem Originale zu Fig. 17 schön zu beobachten. Nahe dem Nabel ist eine breite Bucht, dann folgt ein nach vorne gerichteter Lappen, eine kürzere Bucht an der Grenze zwischen Flanken und Externseite und endlich auf der letzteren wieder ein nach vorne gekrümmter Lappen. Durch diesen Verlauf der Zuwachsstreifen allein schon würde sich diese Art von allen anderen bisher bekannten unterscheiden lassen.

Fundorte: Berg Taşli zwischen Cataloi und Hagighiol (11 Exemplare, Autor leg.).

118. Monophyllites sphaerophyllus Hau.

1850. *Ammonites sphaerophyllus* Hauer, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., p. 113, Taf. XVIII, Fig. 11.

1869. *Phylloceras sphaerophyllum* Mojsisovics, Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt, p. 586, Taf. XVI, Fig. 2.

1882. *Monophyllites sphaerophyllus* Mojsisovics, Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, p. 206, Taf. 79, Fig. 1 bis 3.

1888. *Monophyllites sphaerophyllus* Hauer, Die Cephalopoden der Muschelkalke etc., Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV, p. 23.

1892. *Monophyllites sphaerophyllus* Hauer, ebendort, Bd. LIX, p. 280.

Die beiden vorliegenden Exemplare sind jugendliche Gehäuse, die indes schon die dichte Querstreifung deutlich zeigen. Es ist schon von allen Autoren in übereinstimmender Weise dargelegt worden, daß sich *Mon. wengensis* Mojs. äußerlich gar nicht und in der Lobenzeichnung nur sehr wenig von *Mon. sphaerophyllus* unterscheidet, was man immer dann zu berücksichtigen hat, wenn der Horizont des Fundortes zweifelhaft ist. Es wird sich Gelegenheit bieten, hierauf noch zurückzukommen.

Fundort: Başchiöi (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

119. Monophyllites Suessi Mojs.

Außer einigen Exemplaren, die nahezu vollständig mit dieser Art übereinstimmen, fand sich ein Exemplar, bei welchem die Windungen fast so breit wie hoch sind. Ich halte das nur für eine Varietät (juvenile Eigenschaft!).

Eine einzige Eigenschaft aller Exemplare aber verdient erwähnt zu werden, da sie einen Unterschied gegen die Typen des *Mon. Suessi* von der Schreyeralpe begründet. Bekanntlich besitzen diese letzteren nach Mojsisovics auf der Innenseite der Schale periodische Schalenwülste, die auf der Außenseite derselben nicht bemerkbar sind. Die vorliegenden jugendlichen Gehäuse zeigen nun solche Schalenwülste auch außen. Sie erinnern an die Radialfalten des Jugendstadiums von *Mon. sphaerophyllus*, die aber zahlreicher auftreten. Vielleicht ist diese Eigenschaft jugendlicher Individuen von Mojsisovics nicht beobachtet worden; sie findet sich aber auch auf Exemplaren von Haliluci.

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der mediterranen Trias, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, 1882, p. 191, Taf. 53, Fig. 1 und 2.

[2] F. v. Hauer. Die Ceph. d. bosn. Muschelk. bei Han Bulog. Denkschr. d. Wiener Ak. d. Wiss., m.-n. Kl., 54. Bd., 1888, p. 33, und — Beitr. etc., Denkschr. d. Wiener Ak. d. Wiss., m.-n. Kl., 59. Bd., 1892, p. 280.

Fundorte: Tulcea, städtischer Steinbruch auf dem Windmühlenberge (1 Exemplar), Hagighiol, Lutu roșiu (Kollektion Redlich, 3 Exemplare) und Lutu roșiu, S (3 Exemplare), Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (3 Exemplare, Autor leg.).

120. Monophyllites gymnitiformis Kittl n. f.

Textfig. 16 und 17.

Die Lobenlinie stimmt — soweit sie mir bekannt geworden ist — mit der von *Mon. Suessi* überein, die Röhre zeigt jedoch ein rascheres Anwachsen und einen höheren ovalen Querschnitt. Verdickungen

Fig. 16.

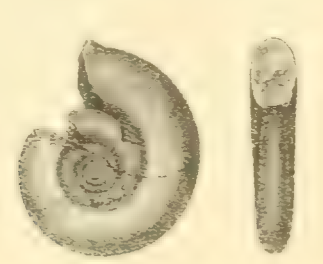
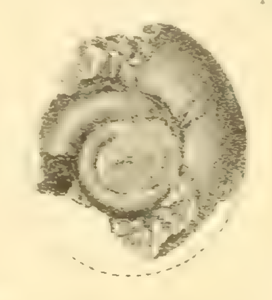


Fig. 17.





Monophyllites gymnitiformis Kittl n. f., vom Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (Sammlung des Hofmuseums).

oder Kontraktionen der Schale sind kaum wahrzunehmen, weshalb diese Art äußerlich dem bekannten und in den Trinodosusschichten häufigen *Gymnites incultus* Beyr. gleicht. Eine andere Art, welche noch in Vergleich gezogen werden kann, ist *Mon. Confucii* Dien.[1] welche jedoch flacher als *Mon. gymnitiformis* ist und auch ein langsameres Anwachsen der Windungen sowie einige Differenzen in der Lobenlinie erkennen läßt.

Fundort: Hügel Mandra, südlich vom Wege Kongaz-Hagighiol (2 ziemlich vollständige Exemplare und zahlreiche Fragmente).

121. Monophyllites transversus Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 18.

Diese Art ist evolut, wie das alle Formen von *Monophyllites* mehr oder weniger sind, unterscheidet sich aber von allen anderen Arten derselben Gattung durch die große Breite der Umgänge, deren quere Dimension im Radialschnitte die Höhe übertrifft. Die Flanken sind daher hoch gewölbt, die Externseite flacher, aber etwas zugeschärft, doch stumpfwinkelig gerundet. Die Art erinnert im Habitus an *Japonites*.

Die Lobenlinie zeigt drei unsymmetrische, blattförmige, runde Sättel und zwei dreizackige Lateralloben, einen ähnlichen Hilfslobus und einen vierzackigen Außenlobus. Durch die unsymmetrische Gestalt der Sättel reiht sich *M. transversus* in die Gruppe des *Monoph. sphaerophyllus* ein und gleicht die Lobenlinie am meisten denjenigen einer Reihe von Formen aus dem Muschelkalk des Himalaya die K. Diener von dort beschrieben hat, wie *M. Confucii, M. Pradyumna, M. Pitamatra* und *M. Hara*[2], von welchen übrigens die drei erstgenannten von Diener an *Mon. Suessi* angereiht werden.

Die große Breite des Umgangsquerschnittes, welche *M. transversus* von allen bekannten Arten der Gattung unterscheidet, erinnert an manche Formen von *Danubites*; doch ist durch die Beschaffenheit der Lobenlinie die Zugehörigkeit der Art zu *Monophyllites* sichergestellt.

Fundort: Berg Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol (1 Exemplar, Autor leg.).

122. Gymnites incultus Beyr.

1865. *Ammonites incultus* Beyrich, Monatsber. der kgl. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin, p. 669.

1867. Derselbe. Über einige Ceph. aus den Alpen, Abhand'. der kgl. preuß. Akad. der Wiss. Berlin, 1866, p. 132, Taf. III, Fig. 1

[1] K. Diener, Fauna of the Himalayan Muschelkalk. Pal. Indica, Ser. XV, Vol. V, No. 2, p. 106, Taf. XXX, Fig. 7 und Taf. XXXI, Fig. 1—2.

[2] K. Diener, Fauna of the Himalayan Muschelkalk. Pal. Indica, Ser. XV, Vol. V, No. 2, p. 106, 107 u. 108, Taf. XXXI, Fig. 1—9.

1882. *Gymnites incultus* Mojsisovics, Die Ceph. der medit. Triasprovinz. Abhandl., der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, p. 233, Taf. LIV, Fig. 1 bis 3.

[illegible] Wien, math.-nat. Kl., 54. Bd., p. 54.

1900. *Gymnites incultus* Diener, Die triad. Ceph. der Schiechlinghöhe etc. Beitr. zur Pal. Österr.-Ung. und des Orients, Bd. XIII, p. 22.

Jugendexemplare von *G. incultus* Beyr. und *G. Palmai* Mojs. lassen sich wohl kaum unterscheiden. Bei übereinstimmender Lobenlinie trennen sich die beiden Arten in älteren Individuen nur durch etwas stärkere Wölbung der Flanken und der Nabelkante bei *G. Palmai.*

Will man die Artentrennung auf Grund dieser Differenzen aufrecht erhalten, so würde ein Jugendexemplar von Başchiöi wohl eher zu *G. Palmai,* ein größeres Exemplar von Hagighiol sicher zu *G. incultus* gehören. Das Auftreten der letzteren Art in Başchiöi scheint mir daher außer Zweifel zu sein.

Fundorte: Başchiöi (Kollektion Redlich, 1 Exemplar); Hagighiol, Lutu roşiu (Kollektion Redlich 1 Exemplar).

123. Gymnites n. f. ind.

Im allgemeinen ähnlich *G. incultus* gestaltet, zeigt das vorliegende Exemplar eine gerundete, doch fast winkelige Zuschärfung des Externteiles, wie sie bei *Japonites* zu finden ist.

Fundort: Başchiöi (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

124. Sturia Sansovinii Mojs.

1869. *Amaltheus Sansovinii* Mojsisovics, Beitr. zur Kenntnis der Cephalopodenfauna des alpinen Muschelkalks. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, p. 580. Taf. XVIII, Fig. 1 und 2.

1882. *Sturia Sansovinii* Mojsisovics, Die Ceph. der medit. Triasprovinz, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X. p. 241, Taf. XLIX, Fig. 5 bis 7; Taf. L, Fig. 1.

1888. *Sturia Sansovinii* Hauer, Die Ceph. des bosn. Muschelkalks von Han Bulog, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV, p. 46.

1892. *Sturia Sansovinii* Hauer, Die Ceph. aus der Trias von Bosnien. I, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIX, p. 35.

1895. *Sturia Sansovinii* Diener, The Cephalopoda of the Muschelkalk (Palaeont. Indica, Ser. XV. Himalayan Fossils, Vol. II. pt. 2), p. 61, Taf. XV.

1896. *Sturia Sansovinii* Arthaber, Die Ceph. der Reifl. Kalke, II. Teil (Beitr. zur Pal. Öst.-Ung. und des Orients. Bd. X), p. 236.

1900. *Sturia Sansovinii* Diener Die triad. Cephalodenfauna der Schiechlinghöhe bei Hallst. (Beitr. zur Pal. Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIII), p. 22.

Die vorliegenden Exemplare von Hagighiol lassen sich von *St. Sansovinii* nicht trennen. Sie zeigen die Zuschärfung der Externseite deutlich. Doch ist bei denselben nicht festgestellt, ob sie aus Muschelkalk stammen. Bei dem Umstande nun, daß die aus jüngeren Schichten bekannt gewordenen *Sturia*-Arten sich von der Muschelkalkform nur durch relativ subtile und zum Teil schwer feststellbare Unterschiede trennen lassen, sollen die jüngeren Formen ebenfalls in Betracht gezogen werden. Dieselben sind:

St. semiarata Mojs.[1] und *St. forojulensis* Mojs.[2], nach Mojsisovics aus der ladinischen Zone des *Trachyceras Archelaus* stammend, dann die in den unterkarnischen Hallstätter Kalken vorkommende *St. Karpinskii* Mojs.[3] Von der letzteren ist die Lobenlinie nicht bekannt. Äußerlich ist sie der *St. semiarata* recht ähnlich. *St. semiarata* aber würde sich nach Mojsisovics von *St. Sansovinii* durch die

---

[1] E. v. Mojsisovics, Ceph. der medit. Triasprovinz, p. 242, Taf. XLVIII. Fig. 8. Taf. XLIX. Fig. 1 und 3. Taf. 50, Fig. 2.

[2] Ebendort, p. 242. Taf. XLIX. Fig. 2.

[3] E. v. Mojsisovics, Ceph. der Hallst. Kalke, Bd. I, Supplement, p. 309. Taf. XXIII, Fig. 1.

Beschränkung der Lateralstreifen auf die Umgebung des Nabels unterscheiden. Aus der individuellen Entwicklung von *St. Sansovinii,* welche uns die reichen Materialien von Han Bulog und Haliluci kennen lehrten,[1] kann man wohl ohne weiteres erkennen, daß *St. semiarata* einem bestimmten Entwicklungsstadium von *St. Sansovinii* entspricht. F. v. Hauer hat das nicht, wohl aber den Umstand hervorgehoben, daß ein bestimmtes jugendliches Stadium von *St. Sansovinii* ganz und gar der *St. forojulensis* gleicht.[2]

Gelegentlich der Bearbeitung seiner Funde auf der Marmolata hat W. Salomon ebenfalls *St. forojulensis* mit *St. Sansovinii* verglichen und erscheint es ihm »ziemlich wahrscheinlich«, daß beide Arten zusammenfallen dürften.

Er führt aber die *Sturia*-Exemplare der Marmolata als *St. forojulensis* an. Von der Marmolata liegt mir ein ziemlich reiches Material an *Sturia* vor. In jugendlichen Zuständen, insbesondere in dem Stadium mit radialen Falten (sei es, daß die Externkiele noch fehlen oder schon erschienen sind) sind die Exemplare alle bedeutend dicker und besitzen einen stärker gerundeten Externteil als *St. Sansovinii.* Dieselben Eigenschaften unterscheiden sie aber auch von *St. semiarata.* Auch sind die Externstreifen bei den Exemplaren der Marmolata im genannten Stadium spärlicher und weiter voneinander entfernt.

Bei größeren, halb oder ganz gestreiften Exemplaren aller Arten verschwinden diese Unterschiede und es läßt sich aus der Gestalt und der Verzierung kaum irgend eine wesentliche Differenz ableiten. Der erwähnte Unterschied in der Jugend erscheint mir aber konstant und dürfte für die Sturien der Marmolatakalke kaum ein besonderer Name erforderlich sein,[3] da, wie schon Salomon bemerkte, sich die jugendlichen Sturien des Marmolatakalkes von *St. forojulensis* (es wurde ihm das Original der Art von E. v. Mojsisovics zugesandt) in keiner Weise unterscheiden.

In der individuellen Entwicklung der *Sturia*-Arten lassen sich, wie ich resumierend hervorheben will, sechs Stadien unterscheiden. Dieselben sind wohl schon von E. v. Mojsisovics und F. v. Hauer kurz beschrieben worden. Doch scheint es mir nicht unnötig, dies auf Grund des überreichen Materials von Han Bulog sowie des sonstigen mir vorliegenden Materials darzustellen.

1. Glattes Jugendstadium ohne Skulptur: arcestoides Stadium.
2. Erstes Auftreten von Radialfalten: ptychitoides Stadium.[4]
3. Auftreten der Externkiele, nicht selten mit dem ptychitoiden Stadium verknüpft: *forojulensis*-Stadium.
4. Schale mit Externkielen und inneren Lateralstreifen: *semiarata*-Stadium.
5. Schale ganz längsgestreift: *Sansovinii*-Stadium.
6. Obliterieren der Längsstreifen: seniles Stadium.

An fast sämtlichen Arten kann man all diese mehr oder weniger gut verfolgen. Bei denselben sind Unterschiede in der Lobenlinie bisher nicht bekannt geworden. Für die einzelnen Arten wäre folgendes zu bemerken:

St. Sansovinii. In den Stadien 1 bis 3 nicht so dick wie *St. forojulensis,* Externteil etwas zugeschärft, Externstreifen im Stadium 3 dicht gedrängt, fein. Alle Stadien von Haliluci genau bekannt. (alpiner Muschelkalk allenthalben, Esino.)

St. semiarata. Nur im *semiarata*-Stadium bekannt; ist vielleicht mit *St. Sansovinii* oder *St. forojulensis* zu vereinigen. (Monte Clapsavon.)

---

[1] F. v. Hauer in Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV (1888) und Bd. LIX (1892), (Ceph. von Han Bulog und Haliluci).

[2] F. v. Hauer, Ceph. aus der Trias von Bosnien, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV (1892), p. 283.

[3] Ich habe gelegentlich der Bearbeitung der Gastropoden der Marmolata (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XLIV, 1894, p. 104) die Sturien der Marmolatakalke als *St. Sansovinii* angeführt und damals auch *St. semiarata* und *St. forojulensis* mit ersterer Art vereinigt zitiert.

[4] C. Diener (Beitr. zur Pal. Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIII, p. 23) findet eine große Ähnlichkeit dieser Jugendformen mit *Procladiscites.*

St. forojulensis. Stadien 1 bis 5 bekannt. Arcestoides und ptychitoides Stadium relativ dick. Die Zuschärfung der Externseite beginnt erst im *semiarata*-Stadium. Externstreifen in den Stadien 3 und 4 voneinander entfernt. Die äußeren Lateralstreifen beginnen im *semiarata*-Stadium in sehr zarter Ausbildung und werden auch später nur selten grob. (Monte Clapsavon und Marmolata.)

St. Karpinskii. Bisher nur in einem einzigen Exemplare vom Feuerkogel bekannt, steht in einem Stadium, welches etwa zwischen dem *semiarata-* und dem *Sansovinii*-Stadium liegt. Die Lobenlinie der Art ist noch unbekannt. Es wäre daher wohl erwünscht, erst weitere Funde der Art abzuwarten, bevor man sie in Diskussion zieht.

Nach alledem ist es wohl nicht ganz ausgeschlossen, daß alle diese Arten zusammenfallen, da die bisher bekannten Differenzen den Charakter von Variationen haben.

Für unsere Zwecke ist es daher nicht möglich, aus dem Vorkommen der *St. Sansovinii* allein einen sicheren Schluß auf deren Alter zu ziehen, obgleich dasselbe am wahrscheinlichsten Muschelkalk sein dürfte.

Sicher dagegen stammen die von Redlich von Hagighiol und Bașchiöi mitgebrachten Exemplare aus Muschelkalk, da dies auch durch andere Fossilien sichergestellt ist.[1]

Fundorte: Hagighiol (Kollektion Simionescu, 2 Exemplare); Bașchiöi (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

125. Procladiscites Griesbachi Mojs.

1882. *Procladiscites Griesbachi* Mojsisovics, Ceph. der medit. Triasprovinz, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. X, p. 172.

1888. *Procladiscites Griesbachi* Hauer, Die Ceph. des bosn. Muschelkalks von Han Bulog etc., Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV., p. 31.

Diese durch E. v. Mojsisovics zuerst aus der »Zone des *Trachyceras Archelaus*« vom Monte Clapsavon beschriebene Art erkannte F. v. Hauer im bosnischen Muschelkalk (Han Bulog) wieder, wo sie relativ häufig ist. Aus der Dobrudscha liegt mir dieselbe nur in einem einzigen Exemplare vor. Es ist aber dadurch festgestellt, daß die Art nicht nur in Bosnien, sondern auch weiter im Osten bis in den Muschelkalk hinabreicht.

Fundort: Bașchiöi (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

126. Procladiscites cf. connectens Hau.

Auf Grund von an Materialien von der Schiechlinghöhe gemachten Beobachtungen hat C. Diener[2] bekanntlich *Pr. connectens* Hau.[3] mit *Pr. crassus* Hau.[4] vereinigt. Maßgebend hiefür war die beobachtete große Veränderlichkeit des Windungsquerschnittes. Ich finde an mehreren Stücken von Hagighiol keine so große Veränderlichkeit in Bezug auf das Verhältnis der Höhe zur Breite. Wohl aber ist die Abflachung der Externseite eine merklichere. Ferner ist die kräftigere Ausbildung der Spiralkiele auf den Flanken gegenüber der auf der Externseite recht deutlich. Diener hat nämlich einer dieses Verhältnis bei *Pr. connectens* andeutenden Bemerkung Hauer's widersprochen, weshalb es sich wohl empfiehlt, dieses Verhalten der Längskiele bei den Exemplaren von Hagighiol hervorzuheben.

---

[1] Die von K. Redlich in den Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt (1892,) publizierten Bestimmungen der Triasfossilien und deren Altersstufen rühren bis auf die Halobien von mir her, was der genannte Verfasser als »Beihilfe« zu bezeichnen für genügend erachtete.

[2] C. Diener, Die triad. Cephalopodenfauna der Schiechlinghöhe etc., Beitr. zur Pal. Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIII, 1900, p. 15.

[3] F. v. Hauer, Die Ceph. des bosn. Muschelkalks von Han Bulog, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV, 1888, p. 31, Taf. V, Fig. 4.

[4] F. v. Hauer, Beitr. zur Kenntnis der Ceph. etc., Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIX, 1892, p. 279, Taf. X, Fig. 4.

Die mir vorliegenden Stücke (3) zeigen untereinander und mit jenen der Originale von *Pr. connectens* übereinstimmende Proportionen, auf den Flanken gröbere, auf der Externseite feinere Spiralstreifen, die Abrundung der Kanten, welche die Externseite begrenzen, ist etwas geringer als bei den Typen von *Pr. connectens* Hau. Eine bei drei Exemplaren als feinere Zuwachsstreifung ausgebildete Radialskulptur ist auf den Flanken schräg nach vorn gebogen und zeigt sich auf der Externseite als nach vorn konvexe oben abgeflachte Biegung. Das vierte Exemplar bildet dieser Streifung entsprechende Falten aus und erinnert daher sehr an *Cladiscites externeplicatus* Mojs.[1] aus den karnischen Schichten des Feuerkogels.

Die Lobenlinien der Exemplare aus der Dobrudscha konnten nicht ermittelt werden.

Es scheinen die hier besprochenen Exemplare eine Art Lokalvarietät von *Pr. connectens* darzustellen.

Dem füge ich noch bei, daß man die dickeren Exemplare von *Pr. crassus* Dien. (= *Pr. crassus* Hau. und *Pr. connectens* Hau.) doch besser vorläufig als *Pr. crassus* Hau. weiterführen sollte.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu (Kollektion Redlich, 4 Exemplare).

127. Procladiscites connectens Hau.

Es ist freilich nur ein Fragment, das zu dieser Art vortrefflich passen würde.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 1 Exemplar).

128. Procladiscites crassus Hau.

1888. *Procladiscites crassus* Hauer, Die Ceph. des bosn. Muschelkalkes von Han Bulog, Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. LIV, p. 31, Taf. V, Fig. 4.

1900. *Procladiscites crassus* Diener, Die triad. Ceph. der Schiechlinghöhe etc., Beitr. zur Pal. Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIII, p. 15 (p. p.).

Diese bisher nur von der Schiechlinghöhe bekannte Art kommt wohl auch in der Dobrudscha vor (ein Jugendexemplar) und finde ich sie — was hier erwähnt sei — auch in einem Exemplare in den Materialien des Wiener Hofmuseums von Han Bulog.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 1 Exemplar.)

129. Romanites? primus Kittl n. f.

Taf. III, Fig. 19.

Ein kleines, offenbar noch juveniles Exemplar zeigt eine Gestalt wie *Romanites,* Spiralkiele und eine Lobenlinie, deren Verlauf bogenförmig nach hinten gewendet ist und deren Sättel schon einen Beginn der Zweiteilung erkennen lassen. Danach ist es wohl zweifellos, daß ein *Romanites* vorliegt. Ob das eine primitiver beschaffene Art darstellt oder nur ein Jugendexemplar von *R. Simionescui,* wird wohl noch Gegenstand weiterer Untersuchungen und Erwägungen sein müssen. Sichere Jugendexemplare des *R. Simionescui* liegen mir nämlich derzeit nicht vor.

Zu *Romanites primus* stelle ich ein anderes Jugendexemplar; ein Schalenfragment eines größeren Individuums dürfte auch dazu gehören.

Fundorte: Berg Tașli zwischen Cataloi und Hagighiol (3 Exemplare, Autor leg).

130. Joannites? sp.

Zwei kleine Kerne, der eine von den Proportionen des *J. cymbiformis,* der andere etwas dicker, könnten wegen des Verlaufes der Steinkernfurchen zu *Joannites* gehören. Das erstgenannte Exemplar

---

[1] E. v. Mojsisovics, Die Ceph. der Hallst. Kalke, p. 279, Supplement, Taf. XX, Fig. 5 und 6.

besitzt eine tiefere Furche wie die Art, mit der sie der Proportionen halber verglichen wurde; auch würde der Verlauf mit dem bei der Gruppe des *J. cymbiformis* stimmen. In der Größe freilich ist eine so enorme Differenz und sind die Jugendexemplare von *J. cymbiformis* so viel dicker, daß eine Identifizierung mit der letzteren Art ausgeschlossen wäre, wenn nicht schon wegen des verschiedenen Alters an eine nähere Zusammengehörigkeit gar nicht gedacht werden könnte.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

131. **Arcestes (Proarcestes)** aff. **bicarinatus** Mstr.

Ein Steinkern, der an *A. bicarinatus* erinnert, sei hier nur angeführt.

Fundort: Lutu roșiu, südlich bei Hagighiol.

132. **Arcestes (Proarcestes)** aff. **Reyeri** Mojs.

Ein anderer Steinkern steht dem *A. Reyeri* zunächst.

Fundort: Hagighiol, Lutu roșiu, S (Kollektion Redlich, 2 Exemplare).

Genus Ptychites Mojs.

Von dieser Gattung fanden sich in dem Material J. Simionescus einige Stücke, welche eine Präparation der Lobenlinie kaum gestatten, so wünschenswert das auch erscheint. Nach ihrer äußeren Gestalt würden sie sich an einige Formen des alpinen Muschelkalkes anschließen lassen; dementsprechend führe ich sie an als:

133. **Ptychites** cf. **Stachei** Mojs.

1 Exemplar (Caușiu Mic) Kollektion Simionescu.

134. **Ptychites** aff. **Oppeli** Mojs.

2 Exemplare (Caușiu Mic) Kollektion Simionescu.

135. **Ptychites** cf. **Studeri** Hau.

2 Exemplare (Caușiu Mic) Kollektion Simionescu.

Übersicht der Muschelkalkfossilien.

		Başchiöi	Kamber	Mandra	Uzumbair, O	Enichiöi	Taşli	Hagighiol	Lutu roşiu, S	Tulcea
86	*Spiriferina* cf. *Mentzelii* Dkr.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
87	*Spirigera marmorea* var. *auriculata* Bittn.	.	.	+	.	.	+	.	.	.
88	*Retzia* sp. indet. . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.
89	*Rhynchonella refractifrons* Bittn.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
90	— *refractifrons* var. *bosniaca* Bittn.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
91	— cf. *arcula* Bittn.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
92	*Waldheimia* aff. *gregalis* Bittn.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
93	— cf. *pulchella* Bittn.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
94	*Lima* sp.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
95	*Mysidioptera* cf. *Kittli* Bittn.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
96	*Pecten cancellans* Kittl n. f. . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
97	— sp.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
98	— od. *Aviculopecten* indet.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
99	— *subconcentricus* Kittl	.	.	.	.	.	.	.	+	.
100	*Pachycardia* sp. . .	.	.	.	.	.	+	.	.	.
101	*Kokenella glaberior* Kittl n. f. . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
102	*Pleurotomaria (Sagana)* cf. *bellisculpta* Kok.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

		Başchiöi	Kamber	Mandra	Uzumbair, O	Enichiöi	Taşli	Hagighiol	Lutu roşiu, S	Tulcea
103	*Worthenia* sp. . . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
104	*Trypanostylus* sp. indet. . . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
105	*Dictyoconites kongazensis* Kittl n. f.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
106	*Orthoceras dubium* Hau.	.	.	.	.	.	.	+	.	
107	*Orthoceras* sp. indet.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
108	*Danubites* cf. *Floriani* Mojs.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
109	— cf. *fortis* Mojs.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
110	— *celtitoides* Kittl n. f.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
111	*Hungarites Danubii* Kittl n. f. . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
112	*Ceratites* sp. . .	.	+	.	.	.	.	.	.	.
113	*Anolcites furcosus* Mojs.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
114	*Acrochordiceras* cf. *enode* Hau. . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.
115	*Dobrogeites tirolitiformis* Kittl n. f.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
116	*Megaphyllites angustus* Kittl n. f.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
117	— *umbonatus* Kittl n. f.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
118	*Monophyllites sphaerophyllus* Hau.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
119	— *Suessi* Mojs.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
120	— *gymnitiformis* Kittl n. f. . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.
121	— *transversus* Kittl n. f.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
122	*Gymnites incultus* Beyr.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
123	— n. f. indet. . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.

		Bașchiöi	Kamber	Mandra	Uzum-bair, O	Eni-chiöi	Tașli	Hagighiol	Lutu roșiu, S	Tulcea
124	*Sturia Sansovinii* Mojs.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
125	*Procladiscites Griesbachi* Mojs.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
126	— cf. *connectens* Hau.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
127	— *connectens* Hau.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
128	*crassus* Hau. . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.
129	*Romanites ? primus* Kittl n. f. . .	.	.	.	.	.	+	.	+	.
130	*Joannites* sp. . . .	.	.	.	.	.	.	.	+	.
131	*Proarcestes* aff. *bicarinatus* Mstr.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
132	— aff. *Reyeri* Mojs.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
133	*Ptychites* cf. *Stachei* Mojs.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
134	— aff. *Oppeli* Mojs.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
135	— cf. *Studeri* Hau.	.	.	.	.	.	.	+	.	.



Tafel I.

Tafel I.

Fossilien aus Kalken der ladinischen Stufe.

			Seite
Fig. 1.	*Discina Pascui* Kittl n. f., von Hagighiol.	Sammlung des Hofmuseums.	33
» 2—3.	*Koninckina productiformis* Kittl n. f., von Hagighiol (Lutu roșiu).	» » »	33
» 4.	*Spiriferina primarialis* Kittl n. f., von Hagighiol (Lutu roșiu).	» » »	33
» 5.	*Rhynchonella eupentagona* Kittl n. f., von Hagighiol (Lutu roșiu).	» » »	35
» 6—7.	*Daonella hagighiolensis* Kittl, n. f., Fig 6 von Hagighiol, Fig. 7 vom Steinbruchberg (Belledia bei Tulcea).	Sammlung des Hofmuseums.	37
» 8.	» *Anastasiui* Kittl n. f., von Hagighiol.	» » »	38
» 9.	*Atractites paliformis* Kittl n. f., von Hagighiol.	Sammlung Simionescu.	42
» 10.	*Orthoceras increscens* » » » » »	» des Hofmuseums.	42
« 11.	*Nautilus (Trachynautilus) minuens* Kittl n. f., von Hagighiol.	» » »	43
» 12—14.	*Clionites dobrogeensis* Kittl n. f., von Hagighiol.	» Simionescu.	45
» 15.	*Clionites promontis* Kittl n. f., von Hagighiol.	» »	46
» 16.	» *Mrazeki* Kittl n. f., von Hagighiol.	» des Hofmuseums.	47
» 17—18.	*Clionites (Protrachyceras) evolutus* Kittl, n. f. von Hagighiol.	Fig. 17 Sammlung Simionescu. Fig 18. Sammlung des Hofmuseums.	47
» 19.	*Protrachyceras furcatum* Mstr. von Hagighiol.	Sammlung Simionescu.	48
» 20.	» *Rudolphi* Mojs. var. *euxina* Kittl, von Hagighiol.	Sammlung des Hofmuseums.	48

Sämtliche Fossilien sind in natürlicher Größe dargestellt.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20



Tafel II.

Tafel II.

Fossilien aus Kalken der ladinischen Stufe.

Seite

Fig. 1. *Protrachyceras sirenitoides* Kittl n. f., von Hagighiol. . . . . Sammlung Simionescu. 49

» 2. *Trachyceras* cf. *Aon* Mstr., von Hagighiol. . . . . » » 49

» 3. *Lobites monilis* Laube, sp. von Hagighiol. . . . . Sammlung des Hofmuseums. 50

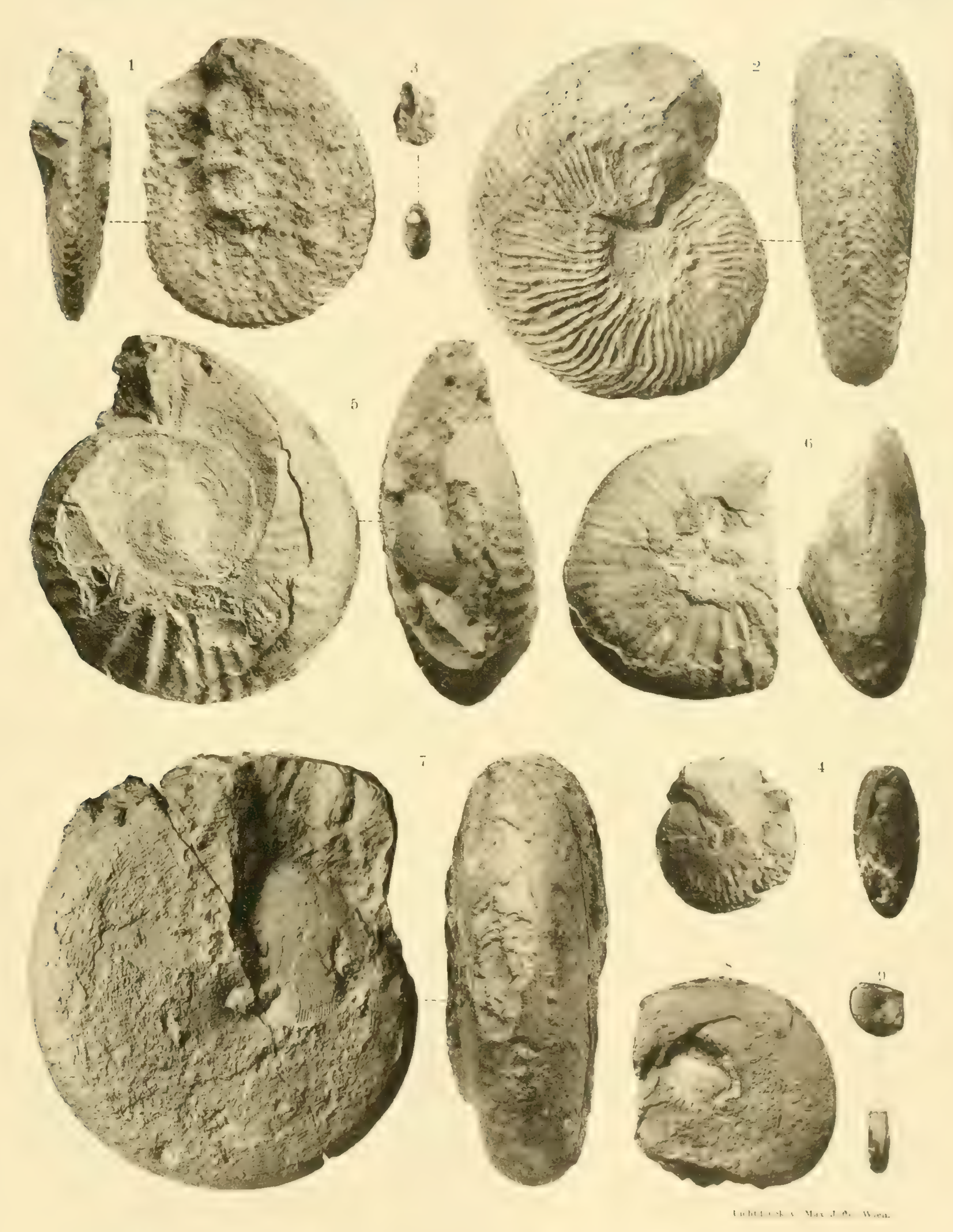
» 4. » cf. *ellipticus* Hau., von Hagighiol. . . . . » 50

» 5—6. *Jovites euxinus* Kittl, n. f., von Hagighiol. . . . . Sammlung Simionescu. 51

» 7—8. *Romanites* n. g. *Simionescui* Kittl n. f., von Hagighiol. . . . . Fig. 7 » »
Fig. 8 Sammlung des Hofmuseums. 55

» 9. *Procladiscites (?) Pascui* Kittl n. f., von Hagighiol. . . . . » » » 56

Sämmtliche Fossilien sind in natürlicher Größe dargestellt.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Tafel III.

Tafel III.

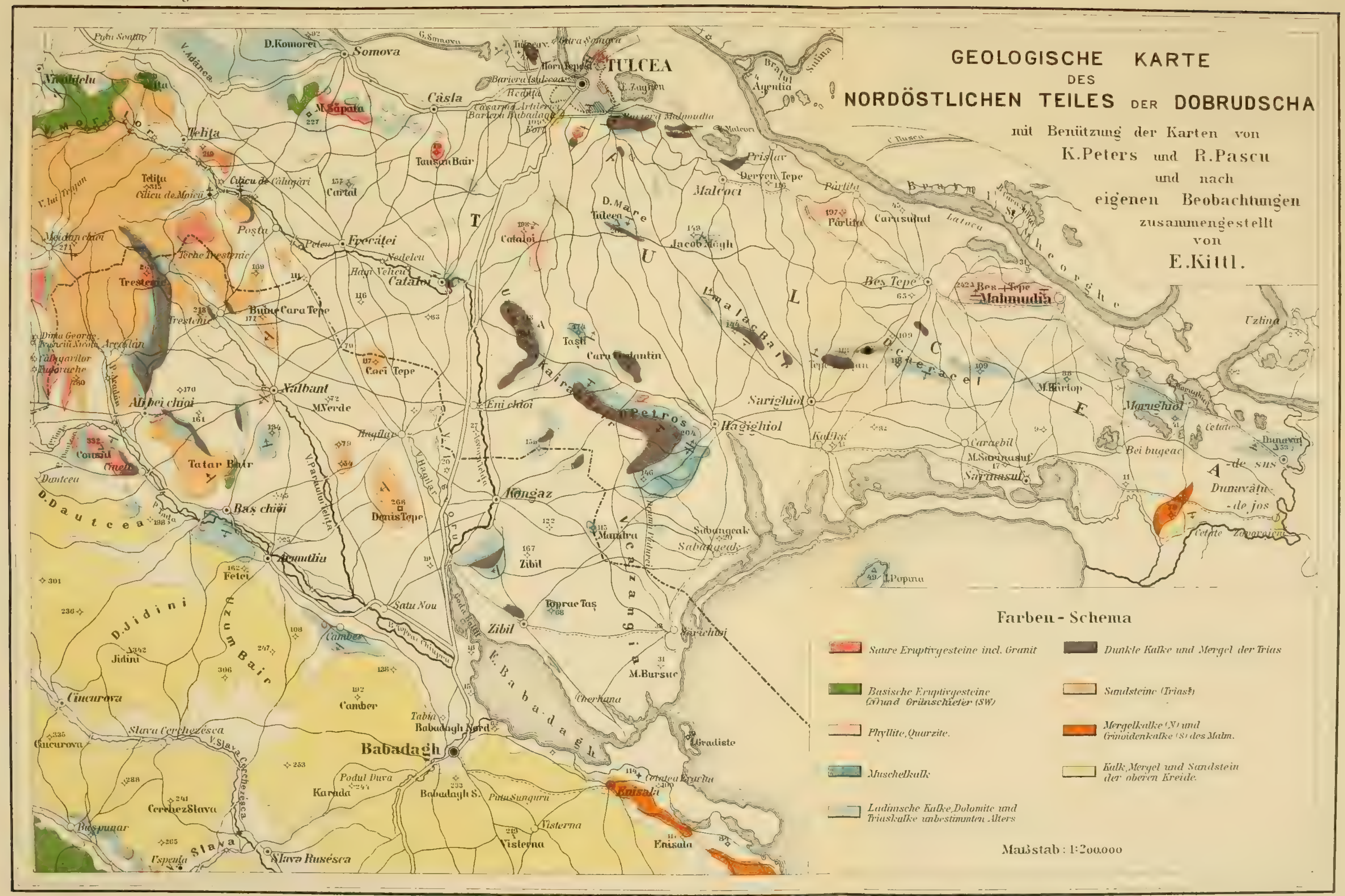
Fossilien aus Kalken der ladinischen Stufe und aus dem Muschelkalke.

Wenn nichts anderes bemerkt ist, sind die betreffenden Fossilien in natürlicher Größe abgebildet.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien





GEOLOGISCHE KARTE DES NORDÖSTLICHEN TEILES DER DOBRUDSCHA
mit Benützung der Karten von K. Peters und R. Pascu und nach eigenen Beobachtungen zusammengestellt von E. Kittl.
Farben-Schema
Saure Eruptivgesteine incl. Granit
Basische Eruptivgesteine (N) und Grünschiefer (SW)
Phyllite, Quarzite.
Muschelkalk
Ladinische Kalke, Dolomite und Triaskalke unbestimmten Alters
Dunkle Kalke und Mergel der Trias
Sandsteine (Trias?)
Mergelkalke (N) und Crinoidenkalke (S) des Malm.
Kalk, Mergel und Sandstein der oberen Kreide.
Maßstab: 1:200.000
TULCEA
Babadagh
Somova
Câsla
Frecătei
Catalui
Nalbant
Mahmudia
Sarighiol
Hagighiol
Congaz
Zibil
Enisala
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.



ZUR

METEOROLOGIE VON WEST-TURKESTAN

VON

HEINZ v. FICKER.

Mit 1 Karte.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 12. DEZEMBER 1907.

Die nachstehende Untersuchung verdankt ihre Entstehung einer Anregung des Herrn Hofrates Julius Hann, der mich auf die interessanten Beobachtungen hinwies, die sich in den russischen meteorologischen Jahrbüchern finden und in einigen hochgelegenen Stationen Zentralasiens gewonnen wurden. Persönliches Interesse für jene weit entlegenen Gebiete dehnte dann die Bearbeitung weit über den ursprünglich beabsichtigten Umfang aus, so daß eine Übersicht über die meteorologischen Verhältnisse eines räumlich ebenso ausgedehnten wie interessanten Gebietes daraus entstand.

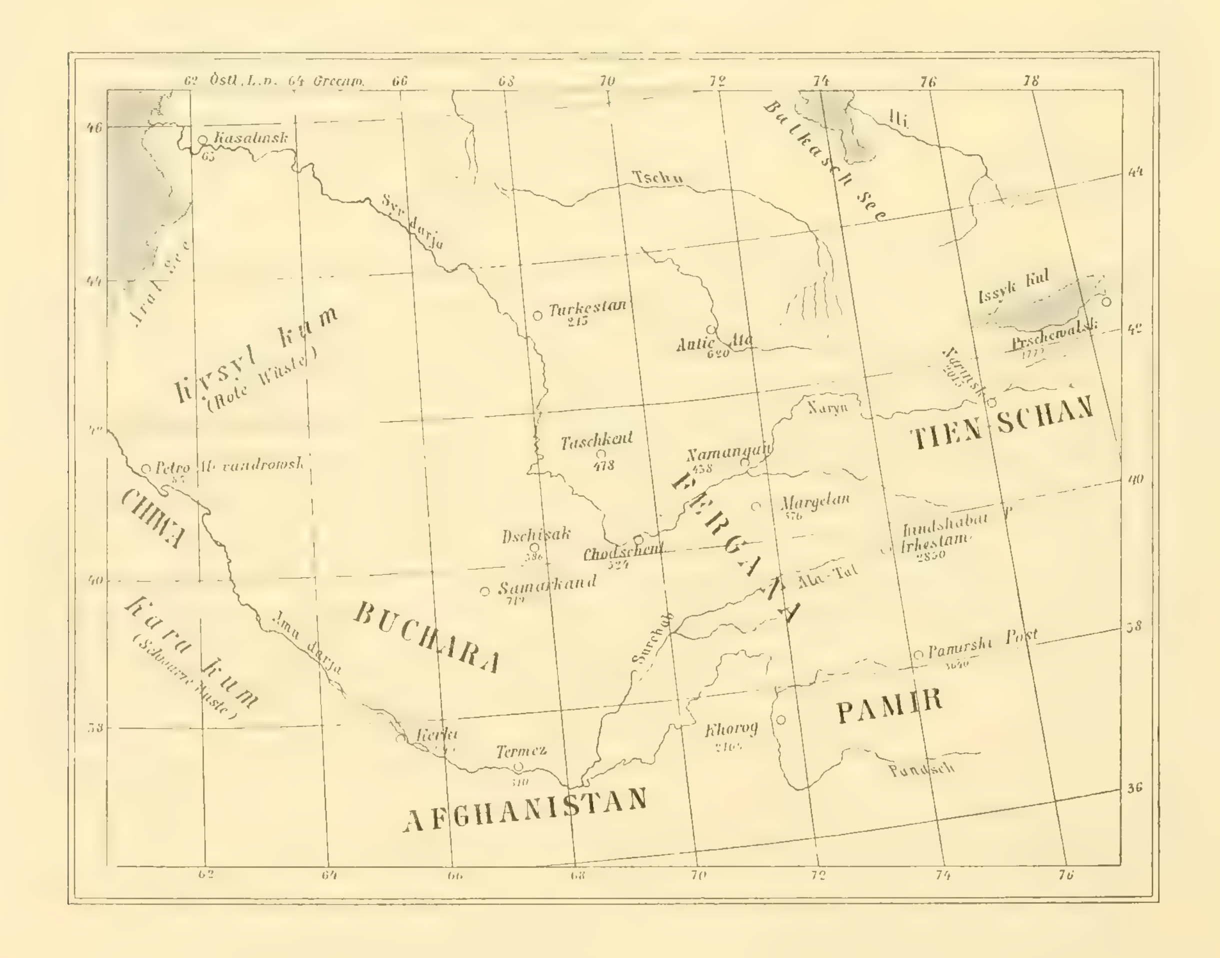
Das Gebiet, dessen Meteorologie nachstehend behandelt wird, deckt sich im großen und ganzen mit jenem Länderkomplexe, den der Forschungsreisende W. R. Rickmers neuerdings als den Duab von Turkestan, als das Zweistromland von Turkestan bezeichnet hat. Der Aralsee im Westen, der Amudarja im Süden, des Syrdarja im Norden begrenzen ein Gebiet, das im Osten durch die Gebirgssysteme der Pamir und des Tienschan von Ost-Turkestan geschieden wird. Da chinesische Beobachtungsstationen fehlen, wird faktisch die Ostgrenze des Gebietes durch die politische Grenze zwischen Rußland und China gebildet. Hingegen schien es notwendig, der Zusammenstellung ein Gebiet anzugliedern, das außerhalb der oben genannten Grenzen liegt. Es ist dies das Gebiet nördlich des Naryn, des Syrdarja-Oberlaufes, ein System von Gebirgszügen, das durch den Naryn vom Tienschan getrennt ist. In diesem Gebiete liegt der See Issykkul, der den östlichsten Punkt des behandelten Gebietes darstellt.

Die große Ausdehnung des Gebietes ist am besten ersichtlich aus den geographischen Koordinaten jener 17 Beobachtungsstationen, die das Material für die Zusammenstellung boten.

Bei einem Breitenunterschiede von $8^1/_2°$ finden wir Längenunterschiede von $17^1/_2°$, während die Höhendifferenzen 3600 *m* betragen. Das ganze Gebiet erstreckt sich von Nord nach Süd etwa in gleicher Breite wie Italien.

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge v. Gr.	Seehöhe	Station	Nördl. Breite	Östl. Länge v. Gr.	Seehöhe
Kasalinsk	45° 46'	62° 7'	63 *m*	Margelan	40° 28'	71° 43'	576 *m*
Petro-Alexandrowsk	41 28	61 5	85	Aulie Ata	42 53	61 5	620
Turkestan	43 18	68 17	215	Sarmarkand . . .	39 39	66 57	719
Kerki	37 50	65 13	245	Prschewalsk . . .	42 30	78 26	1770
Termez	37 12	67 15	310	Narynsk	41 26	76 2	2015
Chodschent	40 18	69 38	324	Khorog	37 27	71 39	2105
Dschisak	40 7	67 48	386	Irkeschtam	39 42	73 54	2850
Namangan	41	71 30	438	Pamirski Post . .	38 11	74 2	3640
Taschkent	41 20	69 18	478				

Ein Blick auf die Karte zeigt, daß recht verschiedenartige klimatische Verhältnisse zu erwarten sind von strenger Kontinentalität des Gebietes abgesehen.



Östlich vom Aralsee dehnt sich zwischen Amudarja und Syrdarja zuerst die Wüste Kysylkum, die Rote Wüste, aus. Das Stationsdreieck Kasalinsk, Turkestan und Petro-Alexandrowsk, erstere beide am Syrdarja, letztere am Amudarja, orientiert über die hier herrschenden Verhältnisse.

Bis in diese tote Steppe hinein erstrecken sich die Ausläufer der gewaltigen Gebirge im Osten und schaffen eine alpine Randzone, in der die größten Städte, berühmte, zum Teile uralte Niederlassungen sich finden. Samarkand, Dschisak, Chodschent und Taschkent liegen im Herzen des Gebietes, an der Grenze von Wüste und Gebirge.

Im Süden des Gebietes, im Khanat Buchara, liegen Kerki und Termez, beide am Amudarja; im Norden der Randzone Aulie-Ata.

Ein Gebiet, das eigentlich noch in die Randzone fällt, erfordert teilweise eine gesonderte Behandlung, das Becken von Fergana (Namangan, Margelan), das fast ringsum von Gebirgen eingeschlossen nur im Westen dem Syrdarja Austritt gewährt.

Ein Gebiet für sich bildet der Oberlauf des Syrdarja, der Naryn (Station Narynsk), an das das Gebiet des Sees Issykkul (Station Prschewalsk) angegliedert wird. Die Höhenlage dieses Gebietes fordert auf zu Vergleichen mit den Verhältnissen am Oberlaufe des Amudarja, dem Pändsch, wo an der Einmündung des Gun an der afghanischen Grenze die Station Khorog liegt. Im Vereine mit Kerki und Termez gibt Khorog auch Aufschluß über die klimatischen Verhältnisse des nördlichen Afghanistan.[1]

Die eigentliche Hochpamir ist nur durch eine einzige Station vertreten, durch Pamirski Post, einen russischen Posten am Murgab, dessen Gewässer durch die Landschaft Roschan zum Pändsch abfließen. 800 *m* tiefer liegt weit nördlich Irkeschtam an der chinesischen Grenze, bereits am Ostabhange des Pamir an der Straße, die aus Fergana über den Kindschabaipaß nach Kaschgar führt.[2]

Geographische Lage, Höhenlage sowie klimatische Verhältnisse gliedern das Zweistromland von Turkestan demnach in 8 Bezirke:

1. Steppe (Kasalinsk, Petro-Alexandrowsk, Turkestan; mittlere Höhe 121 *m*).
2. Südrand (Mittellauf des Amudarja; Kerki und Termez; mittlere Höhe 277 *m*).
3. Westliche Randzone des Gebirges (Samarkand, Dschisak, Chodschent, Taschkent; mittlere Höhe 477 *m*).
4. Fergana (Namangan, Margelan; mittlere Höhe 507 *m*).
5. Nördliche Randzone (Aulie-Ata; Höhe 620 *m*).
6. Gebiet des Naryn und des Sees Issykkul (Narynsk, Prschewalsk; mittlere Höhe 1892 *m*).
7. Oberlauf des Amudarja-Pändsch (Khorog; Höhe 2105 *m*).
8. Pamir-Hochsteppe (Irkeschtam, Pamirski Post; mittlere Höhe 3195 *m*).

Von klimatologischen Abhandlungen, die über dieses ausgedehnte Gebiet erschienen sind, nenne ich nur zwei. Franz v. Schwarz, der lange Zeit Astronom an der Taschkenter Sternwarte und Leiter des turkestanischen meteorolog. Institutes war, hat einem großen Werke[3] über Turkestan ein den klimatologischen Verhältnissen dieses Landes gewidmetes Kapitel angefügt. Schwarz stützt sich auf regelmäßige, meteorologische Beobachtungen, verfügt aber nicht über solche aus den höheren Gebieten. Schwarz verfolgt mit seiner Darstellung weniger einen wissenschaftlichen Zweck und hält es für genügend, die Beobachtungen eines einzigen Jahres (1886) mitzuteilen, was zum Beispiel für den Winter in Turkestan ganz

[1] Khorog ist auch die einzige Station, die Aufschluß gibt über die Verhältnisse, die in der sogenannten Niederen Pamir (lower Pamir) herrschen, wenigstens wenn man sich nur auf regelmäßige Beobachtungen stützen will. Khorog liegt in der Landschaft Schugnan am Gun, der aus der Alitschur-Pamir herabkommt. Noch fühlbarer ist der Mangel längerer Beobachtungen aus den Gegenden, welche der Wachsch-Surchab-Kysylsu, ein Nebenfluß des Amudarja, durchfließt.

[2] Über die Orographie des Pamirsystems siehe Geiger, Die Pamirgebiete, Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Penck, Wien 1887.

[3] Franz v. Schwarz, Turkestan, die Wiege der indogermanischen Völker. Freiburg, bei Herder, 1900.

unzureichend ist. Überdies geben gerade die Beobachtungen dieses Jahres ein falsches Bild, weil im Winter 1886 der Februar kälter als der Jänner gewesen ist.

Viel wertvoller als die von Schwarz mitgeteilten Zahlenwerte sind seine Auseinandersetzungen über den Einfluß, den die klimatischen Verhältnisse Turkestans auf den Menschen ausüben. Die Mittelwerte kann sich ja jeder selbst aus den Beobachtungsreihen ableiten, den Einfluß des Klimas kann aber nur ein genauer Kenner des Landes beschreiben. Es wird sich Gelegenheit finden, auf Mitteilungen von Schwarz hinzuweisen.

Ganz anderer Art sind die Beobachtungen[1] des Dänen Olufsen, der insbesondere während der zweiten dänischen Pamirexpedition die Hochpamire zweimal in nord-südlicher Richtung gequert hat, von Fergana bis zur Landschaft Wachan an der afghanischen Grenze, und hiebei eine große Zahl meteorologischer Beobachtungen ausgeführt hat. Bei dem Umstande jedoch, daß aus Pamirski Post, Irkeschtam und Khorog jetzt bereits mehrjährige Beobachtungsreihen vorliegen, liegt auch der Wert seiner Mitteilungen weniger in den mitgeteilten Zahlen. Aber Olufsen gibt eine sehr lebhaft gehaltene Schilderung der allgemeinen klimatischen Verhältnisse der hochgelegenen Pamirgebiete, die umso wertvoller ist, als gerade für das Gebiet des Wachsch-Surchab-Kysylsu regelmäßige Beobachtungen fehlen. Auch die eigentümlichen Schneeverhältnisse der Pamire im Winter könnten aus den vorliegenden regelmäßigen Beobachtungsreihen allein nicht erschlossen werden.

Im Gegensatze zu diesen beiden Darstellungen wird im folgenden eine Übersicht über das Klima des ganzen Zweistromlandes versucht, die sich nur auf mehrjährige, regelmäßig angestellte Beobachtungen stützt. Von den oben genannten 17 Stationen sind es nur zwei (Termez und Khorog), von welchen kürzere Reihen als zehnjährige vorliegen, so daß für die Bearbeitung ein schönes und sehr vollständiges Material zur Verfügung stand. Günstigerweise liegt fast von allen Stationen das Dezennium von 1894 bis 1903 vor, so daß eine Reduktion auf die Periode 1894 bis 1903 auch für die weniger vollständigen Reihen leicht durchzuführen war. Ich glaube, durch die Mitteilung der von mir berechneten Werte eine streng wissenschaftliche Grundlage für die Schilderungen von Schwarz und Olufsen geschaffen zu haben.

Für den Bearbeiter, der den betreffenden Länderkomplex nicht kennt, erwachsen manche Schwierigkeiten, die eben aus dieser Unkenntnis resultieren. Diese Schwierigkeit wurde dadurch gemindert, daß meine Schwester Kreszenz im Jahre 1907 mit dem Ehepaare Rickmers einen großen Teil des Zweistromlandes bis an die Grenzen der Hochpamir durchstreift und dabei selbst eine große Zahl meteorologischer Beobachtungen ausgeführt hat. Ihr danke ich an dieser Stelle herzlich für manche Aufklärung.

Es werden nun der Reihe nach Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Bewölkung und Windhäufigkeit des ganzen Gebietes in Mittelwerten dargestellt, wobei die klimatischen Unterschiede der einzelnen Bezirke zur Besprechung kommen.

1. Temperatur.

Mittlere Jahrestemperatur: Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, sind die Unterschiede recht groß, was der großen Höhen- und Breitenunterschiede wegen von vornherein zu erwarten ist. Die Stationen sind in der Tabelle der Höhe nach geordnet.

Daß die am Südrande des Gebietes am Amudarja gelegenen Stationen (Kerki und Termez) am wärmsten sind, ist erklärlich. Ein auffällig niedriges Jahresmittel haben die drei niedrigsten Stationen am Rande der Wüste Kysylkum, vor allem Kasalinsk, die nördlichste Station.[2]

---

[1] O. Olufsen, The second Danish Pamir expedition. Meteorological observations from Pamir 1898—1899. Det nordiske forlag, Ernst Bojesen, 1903.

[2] Kasalinsk 63 *m* ergibt das gleiche Jahresmittel wie Khorog, 2105 *m*; letzteres ist allerdings eine der südlichsten Stationen. Den Ausschlag gibt der kältere Winter in Kasalinsk, das im Sommer erheblich wärmer als Khorog ist.

Die beiden Stationspaare Kasalinsk und Turkestan im Norden, Petro-Alexandrowsk und Kerki im Süden differieren im Jahresmittel um 4°. Der Mittellauf sowohl des Syrdarja wie des Amudarja ist demnach viel wärmer als der Unterlauf dieser Ströme; der Höhenunterschied beträgt in beiden Fällen nur zirka 150 *m*.

Überhaupt nimmt im allgemeinen im Gebiete zwischen Aralsee und Pamir die Jahrestemperatur gegen Osten zu, solange wir nur die unter 1000 *m* gelegenen Stationen vergleichen. Die an den Westausläufern des Gebirges gelegenen Stationen zeigen durchwegs höhere Jahrestemperaturen als die Steppenstationen, was auch noch für Fergana zutrifft. Kalt jedoch erscheint der Nordrand. Aulie-Ata 620 *m* ist um 2° kälter als das nördlicher gelegene Turkestan 215 *m*. Zwischen beiden Stationen liegt die Kette des Karatau. Bei Besprechung der Monatsmittel ergibt sich Gelegenheit, auf diese Verhältnisse des näheren einzugehen.

Sehr kalt ist im Jahresmittel auch der Naryn, der Oberlauf des Syr darja. Der Unterschied gegen den Pändsch, den Oberlauf des Amudarja ist sehr groß. Narynsk (2015 *m*) hat als Jahresmittel 2·8°, Khorog (2105 *m*) hingegen 8·4° trotz gleicher Höhenlage.[1]

Im Verhältnis zu Narynsk erscheint die Gegend des Issykkul (Prschewalsk) als zu warm. Allerdings liegt Prschewalsk um 245 *m* tiefer als Narynsk, ist jedoch um volle 4° wärmer.

Selbst das Jahresmittel von Irkeschtam 2850 *m* liegt noch 2·1° über Null, differiert also wenig von Narynsk, das demnach als relativ kälteste Station erscheint.[2]

Auch das Jahresmittel von Pamirski Post 3640 *m* mit —1·1° ist noch unerwartet hoch. Ein Vergleich mit Irkeschtam ergibt als Temperaturgradienten pro 100 *m* den niedrigen Wert von 0·41° (bei 790 *m* totaler Höhendifferenz). Der Gradient Khorog—Pamirski Post beträgt im Jahresmittelaber 0·61° bei 1535 *m* totaler Höhendifferenz. Khorog ist, wie bereits erwähnt, abnorm warm.

Um die Vergleichbarkeit der Daten zu erhöhen, beziehungsweise um die Höhenunterschiede zu eliminieren, ist es üblich, die Mittelwerte auf Meeresniveau zu reduzieren. Nachstehend das Resultat wenn mit 0·5° Temperaturzunahme pro 100 *m* gerechnet wird. Die Werte gelten für die 8 in der Einleitung bezeichneten Bezirke; die Einzelwerte siehe Tabelle 2.

Bezirk	Mittl. Höhe	Mittl. Jahrestemp., red. a. Meeresniveau	Bezirk	Mittl. Höhe	Mittl. Jahrestemp., red. a. Meeresniveau
1. Steppe	121 *m*	11°9	5. Nördl. Randzone . . .	620 *m*	13°0
2. Südrand	277	18·4	6. Naryn und Issykkul . .	1892	14·3
3. Westl. Randzone . . .	477	16·4	7. Pändsch	2105	18·9
4. Fergana	507	15·9	8. Pamir-Hochsteppe . .	3195	16·8

Das wärmste Gebiet ist demnach Mittel- und Oberlauf des Amu darja, das kälteste das Steppengebiet und der Nordrand. Die Pamir-Hochsteppe gibt bei der Reduktion immerhin noch einen höheren Wert als die warmen Stationen am Westrand. Der temperaturerhöhende Einfluß des Gebirges tritt deutlich hervor; aber auch die durch die Breite gegebenen Unterschiede sind groß genug, um die Einteilung des Gebietes in verschiedene Bezirke zu rechtfertigen. Nur diese beiden Faktoren bedingen in erster Linie die auftretenden Unterschiede, da kein Gebirge als Klimascheide auftritt.

[1] Die Jahresmittel von Kasalinsk und Petro Alexandrowsk in der Steppe, Narynsk und Khorog im Gebirge ergeben im Jahresmittel folgende Temperaturabnahme für 1° Breitenzunahme: Steppe 1°, Gebirge 1·4°.

[2] Auch in Hann, Klimatologie, III, p. 175, ist 2·8° als Jahresmittel für Narynsk verzeichnet.

Die Jahresmittel im allgemeinen liegen ziemlich hoch und entsprechen ungefähr jenen von Südfrankreich und Süditalien, was auch mit der geographischen Breite annähernd übereinstimmend wäre. Das Jahresmittel allein läßt eben keinen Rückschluß auf den tatsächlichen Klimacharakter zu. Hiezu bieten erst Monatsmittel und mittlere Jahresschwankungen Behelfe.

Tabelle 1.

Mitteltemperaturen der Monate und des Jahres, reduziert auf die Periode 1894—1903.

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	11.4	9.3	2.1	9.1	19.5	24.4	20.5	24.1	17.1	8.0	− 0.7	− 7.9	8.3
Petro-Alexandrowsk	− 5.4	− 0.4	5.8	14.1	22.8	27.0	28.6	26.5	20.0	11.6	3.4	− 1.2	12.6
Turkestan	− 0.8	− 1.5	5.9	13.4	21.4	26.1	28.6	26.3	19.6	10.8	2.8	2.0	12.1
Kerki	1.8	0.3	11.7	16.8	24.5	27.9	29.0	26.8	22.0	15.3	9.6	5.1	16.5
Termez	1.9	6.5	11.8	17.4	25.4	30.8	32.0	29.2	23.7	16.3	9.9	5.3	17.5
Chodschent	1.6	3.0	9.5	15.9	22.5	27.1	28.6	26.7	21.4	13.2	6.9	2.2	14.8
Dschisak	− 1.5	3.0	8.2	14.4	22.1	26.9	29.3	26.8	21.3	13.7	6.7	2.7	14.5
Namangan	3.0	1.8	9.1	15.7	21.5	25.5	26.9	24.8	20.1	12.8	6.1	1.1	13.5
Taschkent	− 1.6	2.8	8.1	13.8	20.6	25.3	27.5	25.0	19.4	12.1	6.1	2.5	13.5
Margelan	− 3.3	1.0	8.0	14.7	21.3	25.8	27.8	25.6	20.3	12.0	5.3	0.5	13.2
Aulie-Ata	− 5.1	− 2.9	2.9	10.5	18.0	22.7	25.0	22.3	16.6	8.9	2.8	− 2.8	9.9
Samarkand	0.5	3.8	7.8	13.3	19.9	24.0	25.6	23.2	18.7	12.2	6.6	3.4	13.2
Prschewalsk	− 4.0	− 3.2	1.5	6.9	12.5	15.9	17.8	16.9	13.0	6.5	0.8	− 2.7	6.9
Narynsk	17.3	−13.9	− 3.0	5.7	11.9	15.4	17.6	16.8	12.8	4.5	3.7	13.1	2.8
Khorog	8.4	− 6.6	1.7	7.9	14.3	18.5	22.0	22.0	18.0	9.7	3.0	− 2.9	8.4
Irkeschtam	10.4	− 8.3	− 2.8	2.3	7.4	10.9	13.6	13.2	9.1	2.5	− 3.7	− 8.1	2.1
Pamirski Post	18.4	−16.6	− 0.7	0.2	7.1	10.7	13.9	13.6	7.9	0.0	− 8.0	−16.8	−1.1

Tabelle 2.

Mitteltemperaturen der Monate und des Jahres, reduziert auf Meeresniveau.

	Jänn.	April	Juli	Okt.	Jahr		Jänn.	April	Juli	Okt.	Jahr
Kasalinsk	−11.1	9.4	26.8	8.3	8.6	Margelan	− 0.4	17.6	30.7	14.9	16.1
Petro-Alexandrowsk	5.0	14.5	29.0	12.0	13.0	Aulie-Ata	2.0	13.6	28.1	12.0	13.0
Turkestan	− 5.7	14.5	29.7	11.9	13.2	Samarkand	3.1	16.9	29.2	15.8	16.8
Kerki	3.0	18.0	30.2	16.5	17.7	Prschewalsk	4.0	15.8	26.7	13.4	15.8
Termez	3.5	19.0	33.6	17.9	19.1	Narynsk	7.2	15.8	27.7	14.6	12.9
Chodschent	0.1	17.6	30.0	14.9	16.5	Khorog	2.1	18.4	32.5	20.2	18.9
Dschisak	0.4	16.3	31.2	15.6	16.4	Irkeschtam	3.9	16.6	27.9	16.8	16.4
Namangan	− 0.8	17.9	29.1	15.0	15.7	Pamirski Post	− 0.2	18.4	32.1	18.2	17.1
Taschkent	0.8	16.2	29.9	14.5	15.9						

Die auf die Periode 1894 bis 1903 reduzierten Monatsmittel sind in der Tabelle 1 notiert. Die niedrigen Wintertemperaturen in der Steppe fallen sofort auf, obwohl die Unterschiede zwischen Kasalinsk einerseits, Petro-Alxandrowsk und Turkestan andrerseits recht bedeutend sind, besonders im Februar und März. Im Sommer werden die Unterschiede klein. Petro-Alexandrowsk ist viel südlicher, Turkestan erheblich höher gelegen als Kasalinsk; beide Umstände mildern die Winterkälte. Irkeschtam 2850 *m* hat eine höhere Wintertemperatur als Kasalinsk 63 *m*.

Daß die tiefen Wintertemperaturen der Steppe wohl hauptsächlich durch die tiefe Lage verursacht werden, zeigt am besten ein Vergleich mit Aulie-Ata 620 *m*, am Nordrande des Gebietes, das gleichfalls gegen Norden ganz offen liegt, aber eine höhere Wintertemperatur als Kasalinsk und selbst eine höhere Jännertemperatur als Turkestan hat. In Kasalinsk bleibt selbst das Märzmittel noch unter dem Gefrierpunkte, worauf dann allerdings ein sehr rascher Anstieg folgt.

Viel milder als in der Steppe ist der Winter in der westlichen Randzone des Gebirges. Besonders mild ist der Winter in Samarkand; hier sind auch die Übergänge zwischen den einzelnen Monaten nicht so schroff wie in den anderen Stationen. Strenger als in dieser Randzone ist der Winter in Fergana; der Ansammlung kalter, stagnierender Luft scheint dieses fast allseits geschlossene Becken sehr förderlich zu sein. Der Frühling hingegen ist in Fergana sehr mild, milder als in der westlichen Randzone.

Große Gegensätze finden wir im Gebiete des Naryn und Issykkul. Im Sommer sind Narynsk und Prschewalsk gleich warm. Der Winter aber ist im Tale des Naryn ganz außerordentlich streng; tiefere Wintertemperaturen treten nur auf der Pamir-Hochsteppe ein, obwohl Pamirski Post 1600 *m* höher liegt. Fast senkrecht zum Streichen des Gebirges durchbricht der Naryn die Ferganakette; möglicherweise sammeln sich östlich dieser Kette im Winter kalte Luftmassen, so daß wir ein Analogon zur Winterkälte im Drautale haben. Vom Februar zum März steigt dann in Narynsk die Temperatur sehr rasch, während in Kasalinsk, in der Steppe, der rasche Anstieg erst vom März zum April erfolgt. Das Märzmittel ist demnach für beide Stationen fast gleich hoch, obwohl Kasalinsk 63 *m*, Narynsk 2015 *m* hoch liegt und obwohl letztere Station in allen übrigen Monaten viel kälter ist. Der Frühling beginnt in der Höhe viel früher.

Khorog am Pändsch, das die Verhältnisse des Lowpamir[1] (Niederpamir) repräsentiert, zeigt hohe Sommer- und Herbsttemperaturen, während der Winter, wenigstens im Vergleiche zu Prschewalsk, um Issykkul recht streng ist.

Der jährliche Temperaturgang von Irkeschtam und Pamirski Post offenbart ähnliche Unterschiede wie zwischen Prschewalsk und Narynsk. Der Sommer ist oben auf der Hochsteppe relativ warm; im Juli und August ist sogar Pamirski Post wärmer als das um 800 *m* niedrigere Irkeschtam. Von November bis März hingegen ist die Hochsteppe bedeutend kälter, im Dezember um mehr als 8°, so daß das hohe Jahresmittel von Pamirski Post auf Rechnung des warmen Sommers zu setzen ist. Der Gegensatz zum jährlichen Gange, den wir in gleicher Höhe in den Alpen finden würden, ist äußerst groß; Pamirski Post repräsentiert ein reines Steppenklima in 3600 *m* Höhe, so wie Kasalinsk das Steppenklima in 63 *m* Höhe charakterisiert.

Ausgesprochen kontinental ist das Klima in dem ganzen Zweistromlande, wobei die Kontinentalität zuerst gegen Osten abnimmt, um dann in der Hochsteppe wieder scharf hervorzutreten. Diese Kontinentalität ist am besten ersichtlich aus den mittleren Jahresschwankungen, den Differenzen der wärmsten und kältesten Monate:

Mittlere Jahresschwankung.

Station		Station	
Kasalinsk	37·9°	Margelan	31·1°
Petro-Alexandrowsk	34·0	Aulie-Ata	30·1
Turkestan	35·4	Samarkand	26·1
Kerki	27·2	Prschewalsk	22·7
Termez	30·1	Narynsk	34·9
Chodschent	30·5	Khorog	30·4
Dschisak	30·8	Irkeschtam	24·0
Namangan	29·9	Pamirski Post	32·3
Taschkent	29·1	Mittel	30·1°

[1] Die Hochpamir (im Sprachgebrauche der Kirgisen und vor allem auch im klimatischen Sinne) ist nach Olufsen im Osten durch die Berge von Kaschgar, im Norden durch die Alaisteppe, im Süden durch den Hindukusch, im Westen durch die Linie Karakul,

Das Mittel aus sämtlichen Stationen ergibt einen Wert, der ungefähr mit jenem für Mittelrußland (Hann, Klimatologie, III, p. 176) übereinstimmt. Diesem Mittelwerte entsprechen die mittleren Jahresschwankungen am Mittellauf des Amudarja und am Pändsch, am Westrande und am Nordrande des Gebirges sowie in Fergana. Die größten Jahresschwankungen finden wir in den Steppen. Im Gebirge wird die mittlere Jahresschwankung kleiner[1] und erreicht ihren kleinsten Wert am Issykkul. Eine kleine Jahresschwankung finden wir ferner noch in Irkeschtam, das aber bereits an der Ostabdachung des Pamirsystems liegt. In Pamirski Post jedoch kommt der Steppencharakter wieder voll zum Durchbruche.

Als kältester Monat erscheint durchgehends der Jänner, als wärmster der Juli. In den Stationen unter 1000 *m* ist der Juni etwas wärmer als der August, in den Stationen über 1000 *m* umgekehrt der August wärmer als der Juni. In der Höhe tritt das Temperaturmaximum später ein. In Khorog, Irkeschtam und Pamirski Post liegt das Augustmittel gleich hoch wie das Julimittel, während unterhalb 1000 *m* der August durchwegs um 2 bis 3° kälter als der Juli ist.

Der Oktober ist kälter als der April; nur in Khorog und Irkeschtam gilt das umgekehrte Verhältnis. In Prschewalsk und Pamirski Post sind April und Oktober fast gleich warm.[2] In der Niederung fällt wenig Schnee; der Boden und damit die Luft erwärmt sich hier im April rasch, während im Gebirge die zugestrahlte Wärme großenteils zur Schneeschmelze verbraucht wird. In Pamirski Post fällt jedoch fast kein Schnee, so daß der Temperaturgang wieder jenem in den Niederungen ähnlich wird. In dem sonst niederschlagsreichen Becken des Issykkul ist jedoch gerade im Winter das Minimum des Niederschlages.

Es erübrigt noch, Mittel für die Jahreszeiten und für die einzelnen Gebiete mitzuteilen.

Bezirk	Mittlere Höhe	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr	Mittl. Jahresschwankung
1. Steppe	121 *m*	12·2	26·4	10·3	−5·1	11·0	35·8
2. Südrand	277	17·9	28·9	16·1	4·5	17·0	28·7
3. Westl. Randzone . . .	477	14·5	20·3	13·2	1·5	14·0	29·1
4. Fergana.	507	15·0	20·1	12·8	0·3	13·4	30·5
5. Nordrand	620	10·5	23·3	9·4	−3·0	9·9	30·1
6. Naryn und Issykkul .	1892	5·9	16·7	5·7	−9·2	4·8	28·8
7. Pändsch	2105	8·0	20·8	10·2	0·0	8·4	30·4
8. Pamir-Hochsteppe . .	3195	1·2	12·0	1·3	−13·1	0·5	(28·1)[3]

Was oben für April und Oktober verzeichnet wurde, gilt überhaupt für Frühling und Herbst. Ersterer ist in der Niederung warm, im Gebirge kalt; umgekehrt der Herbst.

Jaschilkul und Kalai Pändsch begrenzt. Was westlich liegt (die Landschaften Wachan, Ischkaschim, Schugnan, Roschan und Darwas), bildet die Niedere Pamir. Der klimatische Unterschied ist außerordentlich groß.

[1] Abgesehen von Narynsk, wo die exzessive Winterkälte eine große Jahresschwankung bedingt, was aber wohl nur durch eine Anomalie im Tale des Naryn hervorgerufen wird. (In Narynsk liegt das mittl. absol. Temp. Min. nur in 3 Monaten über 0°.)

[2] Das Aprilmittel liegt durchwegs höher als das Jahresmittel. Die Oktobermittel liegen bei den Stationen bis zirka 1000 *m* unter dem Jahresmittel, sind von 1000 bis 2000 *m* ungefähr dem Jahresmittel gleich und sind über 2000 *m* höher als das Jahresmittel.

[3] Für die Hochpamir ein zu niedriger Wert, da das Mittel aus Irkeschtam und Pamirski Post genommen ist, erstere Station aber eine auffallend kleine Jahresschwankung aufweist.

Schwankung der mittleren und der absoluten Extreme.

Kältester und wärmster Monat geben uns die mittlere Jahresschwankung. Wichtig erscheint auch eine Mitteilung der mittleren absoluten Jahresschwankung. Diese Größe wurde für jede Station abgeleitet aus dem zehnjährigen Mittel der absoluten Jahresmaxima und -minima. In fünf Stationen (Termez, Dschisak, Aulie-Ata, Khorog, Irkeschtam) wurden die Monats- und Jahresminimua nicht notiert oder die Beobachtungen sind unvollständig.

Mittlere absolute Jahresschwankung.

Kasalinsk	66·6°	(39·3, —27·3)	Taschkent	59·3	(39·6, —19·7)
Petro Alexandrowsk	61·2	(40·9, —20·3)	Margelan	57·4	(38·3, —19·1)
Turkestan	64·2°	(41·2, —23·0)	Samarkand	54·2°	(37·6, —16·6)
Kerki	54·3	(40·2, —14·3)	Prschewalsk	45·1	(29·5, —15·6)
Chodschent	54·9°	(40·9, —14·0)	Narynsk	63·3	(30·8, —32·5)
Namangan	55·0	(37·8, —17·2)	Pamirski Post	67·4	(25·4, —42·0)

Als Mittel sämtlicher Stationen ergibt sich 58·6°, ein Wert, der ungefähr der absoluten Jahresschwankung von Petersburg entspricht, ein in Anbetracht der kontinentalen Lage des Gebietes niedriger Wert. Da sich die meisten Stationen in der Randzone des Gebirges befinden, im Gebirge aber die absolute Schwankung klein ist, so resultiert für das ganze Zweistromland ein niedriger Wert. In der Steppe ist die Schwankung groß; am Issykkul wird sie am kleinsten, um in der Pamir-Hochsteppe ihren größten Wert zu erreichen. Die durchschnittlich eintretenden Temperaturmaxima liegen in den Stationen unter 1000 *m* ungefähr gleich hoch, während in den Minimis bedeutende Unterschiede auftreten. Das Durchschnittsminimum liegt zum Beispiel in Samarkand um 10° höher als in Kasalinsk. In der absoluten Jahresschwankung spricht sich vielleicht am schroffsten der rein kontinentale Steppentypus der Hochpamir aus. Das Maximum liegt, besonders im Vergleiche mit Prschewalsk, sehr hoch, sehr tief aber auch das Minimum, welches schon ganz an die mittleren Minima von Westsibirien errinnert.

Von Interesse erscheint auch ein Überblick über die Schwankung der mittleren Extreme in den einzelnen Monaten.

	Größte Schwankung		Kleinste Schwankung	
	Betrag	Monat	Betrag	Monat
Kasalinsk	31·7	März	24·5	Februar
Petro-Alexandrowsk	32·4	»	20·6	Juli
Turkestan	32·9	November	21·2	»
Kerki	30·4	Jänner	22·1	»
Chodschent	28·7	März	18·6	Dezember
Namangan	27·1	»	18·0	Juli
Taschkent	31·9	Jänner	25·1	»
Margalan	26·5	Oktober	21·0	Dezember
Samarkand	29·0	Jänner	22·4	Juli
Prschewalsk	25·1	April	17·4	Jänner
Narynsk	29·9	Februar	24·1	Juli
Pamirski Post	30·8	Jänner	24·4	»

Die kleinste Schwankung fällt vorwiegend auf den Juli, die größte auf die Monate von Jänner bis März. Eine Abhängigkeit der Größe der Schwankungen von der Seehöhe ist nicht ersichtlich; am größten ist die Schwankung in den Orten mit Steppenlage, wobei in der Hochsteppe die Schwankungen größer sind. Das Mittel aus den 12 Monaten ergibt als mittlere absolute Monatsschwankung für Kasalinsk 26·6°, für Pamirski Post 30·6°. Selbst im Jänner steigt im letzteren Orte die Temperatur noch zeitweise über 0°, während das Minimum auch im Juli gewöhnlich noch unter den Gefrierpunkt sinkt.

Die absoluten Extreme, die sich aus dem gesamten Materiale für die einzelnen Stationen ergeben, sind nachstehend verzeichnet.

	Absol. Minimum	Absol. Maximum	Schwankung
Kasalinsk	— 30°6 (Dez. 1903)	42°1 (Juni 1902)	72°7
Petro-Alexandrowsk . . .	28·4 (Febr. 1886)	43·4 (Juli 1893)	71·8
Turkestan	- 29·6 (» 1886)	42·9 (» 1892)	72·5
Kerki	— 21·7 (Jänner 1900)	42·8 (Juni 1899)[1]	64·5
Termez	—	44·0 (Juli 1901)	—
Chodschent	— 20·3 (Febr. 1886)	42·6 (Juli 1893)	62·9
Dschisak	—	45·8 (Juni 1893)	—
Namangan	— 18·3 (Febr. 1886)	40·5 (» 1899)	58·8
Taschkent	— 28·1 (Jänner 1900)	42·1 (» 1884)	70·2
Margelan	— 25·3 (» 1900)	40·4 (Juli 1892)	65·7
Aulie-Ata	— 27·2 (Febr. 1886)	40·0 (Juli 1893)	67·2
Samarkand	— 20·9 (Jänner 1897)	39·5 (Juni 1899)	60·4
Prschewalks	— 16·6 (Dez. 1896)	31·9 (Juli 1893)	48·5
Narynsk	— 36·1 (Febr. 1891)	34·3 (» 1894)	70·4
Khorog[2]	—	35·0 (» 1901)	—
Irkeschtam	-	25·2 (Aug. 1899)	—
Pamirski Post	46·7 (Jänner 1894)	28·0 (Juli 1901)	74·7

Die tiefsten Wintertemperaturen sind wiederum in der Steppe zur Beobachtung gekommen. Am Abfalle des Gebirges zeigt sich das Bestreben, die schroffen Gegensätze auszugleichen. Auffallend mild und ohne starke Schwankung zeigt sich wieder das Gebiet des Issykkul.

Bis gegen 800 *m* hinauf ist die strengste Winterkälte vorwiegend im Februar 1886 eingetreten, was wohl nicht darauf hinweist, daß diese tiefen Temperaturen durch Ausstrahlung an Ort und Stelle entstanden sind. Hier dürfte wohl eine Zufuhr kalter Luft aus höheren Breiten erfolgt sein. [3]

---

[1] Als höchste von ihm gemessene Temperatur teilt Franz von Schwarz 48° mit, gemessen bei Tschuschka Gusar am Amudarja unterhalb Termez.

[2] In Khorog hat Olufsen am 3. Jänner 1899 ein Minimum von —24·8° gemessen, was wohl als mittleres Minimum der Niederen Pamir angesehen werden darf.

[3] Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß Franz von Schwarz gerade das Jahr 1886 zur Charakteristik des Klimas von Turkestan verwendet hat, ein Jahr, in dem das Februarmittel niedriger als das Jännermittel lag.

Als sehr kalt erscheint auch der Jänner 1900. Die Schwankungen zeigen naturgemäß das gleiche Bild, das die absoluten Jahresschwankungen geboten haben.

Veränderlichkeit der Monatsmittel (Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Mitteltemperatur der einzelnen Monate).

Trotz der sehr kurzen Beobachtungsreihe ist es sehr lehrreich, die Beträge kennen zu lernen, um welche die höchsten und niedrigsten Monatsmittel voneinander abweichen. Die mitgeteilten Werte, die aus einer sehr kurzen Reihe abgeleitet sind, sollen mehr zur Orientierung dienen.

Tabelle 3.

Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Mitteltemperatur jedes Monates.

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	**21·1**	10·5	11·6	8·2	5·1	5·3	2·6*	4·2	3·8	6·6	5·3	10·7	2·7
Petro-Alexandrowsk	**15·4**	**15·3**	9·1	5·1	3·6	4·2	3·3*	3·9	5·5	7·3	5·1	10·2	3·3
Turkestan	**19·0**	12·5	11·8	3·6	4·4	6·5	2·3*	3·8	4·6	7·1	5·1	8·6	3·0
Kerki	**10·7**	7·8	10·3	3·6	3·2	3·3	2·9*	2·9*	4·2	5 1	5·4	4·8	1·4
Chodschent	**12·8**	10·2	9·9	3·9	3·8	4·2	2·3*	2·3*	3·8	3·7	4·9	4·8	2·2
Dschisak	**14·9**	10·9	10·1	3·8	3·7	4·1	1·9*	3·3	3·6	7·1	5·3	7·1	2·4
Namangan	**10·9**	10·0	10·4	4·5	3·4	4·4	3·3	2·6*	3·7	5·2	4·1	5·2	2·7
Taschkent	**13·3**	12·4	10·6	4·0	4·6	4·8	2·8	2·7	2·4*	6·6	5·2	5·8	2·4
Margelan	**10·8**	9·5	5·9	4·5	3·7	5·5	3·9	3·1*	3·2	5·3	5·3	4·1	2·5
Aulie-Ata	**16 3**	12·3	9·3	4·5	5·9	4·5	4·3	3·8	3·3*	6·6	7·4	9·0	2·3
Samarkand	10·2	**6·8**	**10·4**	4·1	3·3	3·2	1·9*	3·9	4·3	5·6	5·5	5·2	2·1
Prschewalsk	6·0	9·0	**9·3**	5·5	5·0	4·8	3·2	3·5*	3·8	4·2	3·9	5·9	1·4
Narynsk	9·8	12·7	**13·7**	10·6	5·6	6·4	6·1	3·9*	4·0	6 3	5·2	7·1	4·5
Khorog	9·1	**9·8**	7·9	4·6	5·4	5·6	4·9	2·7*	4·7	5·0	6·4	8·5	1·8
Irkeschtam	**6·0**	5·7	5·2	5·8	3·3	4·8	5·2	4·1	3·6*	4·4	5·6	5·6	2·5
Pamirski Post	**12·7**	11·6	7·3	5·6	3·9	4·5	4·5	3·7*	5·5	5·3	6·4	9·5	2·3

Die Unterschiede, die im Jänner in der Tiefsteppe eingetreten sind, sind ganz enorm. Der Jänner 1900 hatte in Kasalinsk eine Mitteltemperatur von —24·1°, der Jänner 1902 ein Mittel von —3°.[1] Im Jänner 1902 betrug das mittlere Monatsminimum nur —6°, was die Anomalie des Jahres 1900 genügend illustrieren dürfte.

Mit zunehmender Höhe und abnehmender Breite werden dann die Jännerdifferenzen rasch kleiner. In den Stationen unter 700 *m* ist es durchwegs der Jänner, dessen Mittel der größten Veränderlichkeit unterworfen sind. Auch im Dezember, Februar und März sind die Differenzen recht groß, um dann rasch abzusinken. In Samarkand und Kerki ist das Märzmittel variabler als das Februarmittel. Die Ursache ist nicht recht ersichtlich. Im Sommer wird die Veränderlichkeit der Mittel klein. Die geringsten Schwankungen treten im Juli und August auf.

In größerer Höhe werden die Schwankungen der Mittel im allgemeinen nicht nur kleiner, sondern es tritt auch die größte Veränderlichkeit verspätet ein, am Naryn und Issykkul erst im März, in Khorog im

---

[1] In Petersburg differierten in 118 Jahren die Jännermittel um 20°. Bedenkt man, daß für Kasalinsk nur eine zehnjährige Reihe benützt wurde, so muß eine Differenz von 21° als außerordentlich groß bezeichnet werden. In Pamirski Post 3640 *m* war der kälteste Jänner 1894 mit einem Mittel von —25·4°; in Kasalinsk Jänner 1900 mit —24·1°! In Pamirski Post Jänner 1900 —21·7°, also 2·4° wärmer als Kasalinsk.

Februar. In Irkeschtam am Ostabhange des Pamirsystems bleiben die Schwankungen von November bis April annähernd auf gleicher Höhe und auch die Unterschiede im Winter und Sommer verschwinden fast ganz. Durchschnittlich sind in Irkeschtam die Differenzen am kleinsten.

Auf der Pamir-Hochsteppe wird dann die Veränderlichkeit speziell der Wintermittel wieder größer, so daß wir also auch hierin wieder eine Annäherung an die Verhältnisse in der Tiefsteppe finden.

Es liegt nahe, nach den Ursachen so großer Temperaturanomalien zu fragen, wie sie im Jänner im Zweistromlande von Turkestan auftreten. Wenn man zum Beispiel die außerordentlich niedrigen Jännermittel des Jahres 1900 betrachtet,[1] so liegt der Schluß nahe, daß die Luft sich durch unbehinderte Ausstrahlung so stark abkühlen konnte. Dementgegen findet man, daß gerade im Jänner 1900 die Zahl der heiteren Tage eine recht geringe war, die der ganz bewölkten Tage relativ recht groß. Aus der Tatsache, daß im Jänner 1900 nördliche Winde viel häufiger wehten als sonst, sowie aus dem Umstande, daß die große Kälte in größeren Höhen nicht aufgetreten ist, kann man schließen, daß von Norden relativ seichte, kalte Luftmassen sich vorgeschoben haben, die sich in der Tiefe ausbreiteten, so daß eine Temperaturinversion großen Stiles entstand. Auch die Gebirgskette, die den Syrdarja im Norden begleitet, wird den Stationen am Westrande des Gebirges einigen Schutz bieten, wie aus einem Vergleiche zwischen Aulie-Ata und Taschkent hervorgeht. Gegen Süden zu nimmt die Kälte rasch ab. Es soll nicht geleugnet werden, daß die zugeführte Luft erst nachträglich durch Ausstrahlung auf die tiefste Temperatur sank, was ja auch bei Kälteeinbrüchen in Mitteleuropa oft der Fall ist. Aber die Grundbedingung zu einem so starken Falle der Temperatur war sicherlich die Zufuhr kalter Luft von Norden her.

Diese starke Veränderlichkeit der Mitteltemperaturen der Wintermonate beweist wohl auf das beste, daß die Wiedergabe der Beobachtungen eines Jahres kein richtiges Bild von den Temperaturverhältnissen Turkestans geben kann.

Die Differenzen der höchsten und niedrigsten Jahresmittel bewegen sich in recht engen Grenzen. Als Mittel aus allen Stationen ergibt sich der Wert von 2·5°.

Tagesschwankung der Temperatur.

Beobachtungen der täglichen Extreme liegen von den wenigsten Stationen vor, so daß eine auch nur angenäherte Angabe der mittleren Tagesschwankung in den einzelnen Monaten nicht möglich ist, immerhin schien es nicht wertlos, die Terminbeobachtungen zur Ableitung der genannten Größe zu benützen. Die Terminbeobachtungen selbst sind im Anhange mitgeteilt. Die auf solche Weise gewonnenen Werte der Tagesschwankung fallen natürlich zu klein aus.

Franz v. Schwarz gibt an, daß die tatsächlichen Tagesschwankungen um zirka 3° größer sein dürften.

Die tägliche Schwankung der Temperatur ist durchschnittlich sehr groß, wenn man bedenkt, daß die obenstehenden Werte viel zu niedrig sind. Am kleinsten ist die Tagesschwankung in den Wintermonaten, speziell im Jänner, am größten im September, wo untertags die Erwärmung eine sehr bedeutende ist, während in den lange werdenden Nächten die Ausstrahlung den Erdboden und die darüberlagernde Luft viel stärker abkühlt als in den kurzen Sommernächten.

In Pamirski Post jedoch, auf der Hochsteppe in 3600 *m* Höhe, ist die Tagesschwankung am größten im Winter, am kleinsten in den Sommermonaten. Die tägliche Dezemberschwankung in Pamirski Post

---

[1] Jännermittel 1900:

1. Steppe 121 *m*	—18·5°	5. Nordrand 620 *m*	—14·6°
2. Südrand 277 *m*	— 3·2	6. Naryn und Issykkul 1892 *m*	—17·5
3. Westrand des Gebirges 477 *m*	7·5	7. Pändsch 2105 *m*	— 9·1
4. Fergana 507 *m*	7·9	8. Pamir-Hochsteppe 3195 *m*	—16·5

Im Bezirke 6 drückt das im Winter exzessiv kalte Narynsk das Jännermittel 1900 wohl unverhältnismäßig stark herab.

Tabelle 4.

Tagesschwankung der Temperatur (nach Terminbeobachtungen).

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	4·8*	6·7	6·7	8·2	8·0	7·7	7·5	9·2	**10·4**	**10·4**	5·4	5·0	7·5
Petro-Alexandrowsk	5·6*	8·5	9·2	10·0	9·7	9·5	10·3	12·1	12·6	**12·9**	9·2	6·6	9·6
Turkestan	6·5*	7·8	8·2	8·0	7·3	7·2	8·4	10·1	12·5	**13·2**	8·8	6·9	8·8
Kerki	6·3*	8·4	8·1	9·3	9·6	9·8	10·3	11·8	**13·3**	12·9	8·8	7·4	9·8
Termez	9·3*	10·1	9·8	10·8	10·7	10·6	11·5	12·6	**13·1**	**13·1**	10·2	10·3	11·0
Chodschent	5·4*	7·1	7·8	8·4	8·3	9·1	9·2	11·1	**12·8**	11·2	7·0	5·4*	8·6
Dschisak	5·0*	6·4	6·8	7·5	8·6	9·0	9·1	10·4	**12·1**	10·7	6·5	5·1	8·1
Namangan	7·1	8·8	8·5	9·5	8·9	9·6	10·4	12·1	**12·5**	11·5	8·1	6·8*	9·5
Taschkent	6·5*	7·8	7·5	7·4	7·5	8·1	9·5	11·1	**12·7**	11·5	7·7	6·6	8·6
Margelan	7·3*	8·8	8·3	7·8	7·2	7·9	8·2	9·6	**11·9**	11·0	8·5	7·4	8·7
Aulie-Ata	6·6	6·8	6·4	7·5	7·4	8·0	9·1	10·9	**12·4**	10·5	6·7	6·1*	8·3
Samarkand	6·0*	7·4	7·2	8·1	8·4	9·1	9·8	11·4	**12·4**	11·3	7·7	6·6	8·8
Prschewalsk	6·8	6·9	7·6	7·2	7·7	7·8	8·0	8·9	**9·6**	8·7	7·2	6·5*	7·6
Narynsk	8·8	9·6	8·8	7·9	7·5*	8·0	8·8	10·7	**11·9**	11·8	9·0	8·7	9·2
Khorog	7·2	8·8	6·3	6·8	7·3	8·4	8·5	9·1	**10·8**	8·6	6·4	5·6*	7·9
Irkeschtam	6·1*	7·1	6·4	6·1*	6·2	7·5	8·0	8·6	**9·0**	8·3	6·8	6·4	7·2
Pamirski Post	12·6	13·5	12·8	8·8	6·9	6·0*	6·5	8·9	10·2	11·7	12·6	**13·9**	10·2

ist überhaupt die größte, die sich aus den Terminwerten aller Turkestanstationen ergibt, während umgekehrt die Schwankung im Juni zu den kleinsten gehört. Die großen Temperaturamplituden im Winter der Hochsteppe sind auffällig. Die Strahlung ist in diesen Höhen naturgemäß eine enorme. Der Boden der Hochsteppe aber ist auch im Winter fast schneefrei, worüber später noch berichtet wird. Einstrahlung und Ausstrahlung wirken mit voller Macht auf den Erdboden. Allerdings darf auch nicht vergessen werden, daß im Winter die Beobachtungen um $7a$ und $1p$ den tatsächlichen Extremen viel näher kommen müssen als im Sommer, was nicht nur für die Hochsteppe gilt.

Olufsen hat auf seiner Reise durch die Hochpamir im Jahre 1898 die täglichen Minima beobachtet, wenn auch nicht regelmäßig. Auch fehlen häufig Angaben der Temperaturen der ersten Nachmittagsstunden. Trotzdem habe ich versucht, die aperiodische Temperaturschwankung der Sommermonate auf der Hochsteppe abzuleiten. Im Juli (13 Tage) ergibt sich eine Tagesschwankung von 14·3° Die Reise ging vom See Karakul 3997 *m* zum See Jaschilkul 3982 *m*. Für den August (23 Tage berechnet sich die Tagesamplitude auf 20·9°. Beobachtet wurde auf der Strecke von Jaschilkul zum See Bulunkul 3970 *m*, der Wert gilt also für die Alitschurpamir. Die höchsten Werte ergaben sich während eines dreizehntägigen Aufenthaltes am Bulunkul, wo die mittlere Tagesschwankung 22·9° betrug, im Maximum der Betrag von 27·1°, ein ganz extrem hoher Wert.[1] Im September zog die Expedition vom Bulunkul bis Rang 2702 *m*; die Route führte großenteils durch Gebiete, die schon außerhalb der eigent-

[1] Olufsen schreibt, daß im August zum Beispiel die Temperatur (des Bodens?) eine Stunde vor Sonnenuntergang 24° hoch war, einige Stunden nach dem Untergange —10°, und beschreibt mit lebhaften Worten die Wirkung, welche die plötzliche Abkühlung auf die Felsmassen ausübt: »At sunset, the sudden transition to low temperature a crackling and smacking is heard round about sounding as loudly as gun-shots or musket-shots: the stones are broken up by the sudden cooling and are now rolling down into the valleys.« Infolge der starken Konvektion untertags ist dann die ganze Hochsteppe von einem Staubschleier bedeckt, der nachts wieder zu Boden sinkt.

lichen Hochpamir liegt. Als Mittel aus 23 Tagen ergab sich für die Tagesamplitude der Betrag von 15·9°.

Gelten diese Zahlen auch nur mit großem Vorbehalte, so zeigen sie doch einerseits den hohen Betrag, den die Tagesschwankung in der Hochpamir erreicht,[1] während sie andrerseits mit größtem Mißtrauen gegen die Werte erfüllen, die nur aus Terminbeobachtungen abgeleitet sind. Die tatsächlichen Amplituden dürften in der Hochsteppe nahezu doppelt so groß sein (im Sommer) als die aus Terminen berechneten.

Die Übersicht über die Temperaturverhältnisse des Zweistromlandes wird wohl am besten beschlossen durch die Mitteilung einiger Werte, welche die Temperaturabnahme mit der Höhe zum Gegenstande haben.

Temperaturabnahme mit der Höhe.

Große Entfernung und große Verschiedenheit in der örtlichen Lage sind der Berechnung dieser Größe sehr hinderlich. Samarkand am Westrande des Gebirges, in freier Lage, scheint mir am besten zum Vergleiche mit Pamirski Post geeignet, um die Temperaturabnahme auf der Westabdachung des Pamirsystems kennen zu lernen. Von größerer Bedeutung erscheinen mir die Werte, die aus den Vergleichen zwischen Khorog und Irkeschtam mit Pamirski Post abgeleitet sind.

Tabelle 5.

Temperaturabnahme pro 100 *m*	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Zwischen Samarkand 719 *m* und Pamirski Post 3640 *m* .	0·01	**0·70**	0·50	0·45	0·44	0·45	0·40	0·33*	0·37	0·42	0·50	0·09	0·49
Zwischen Khorog 2105 *m* und Pamirski Post 3640 *m* .	0·05	0·05	0·55	0·50	0·47*	0·51	0·53	0·55	0·60	0·63	0·72	**0·91**	0·61
Zwischen Irkeschtam 2850 *m* und Pamirski Post 3640 *m* .	1·01	1·05	0·49	0·27	0·04	0·03	0·04	0·05*	0·15	0·32	0·55	**1·10**	0·41
Zwischen Samarkand 719 *m* und Khorog 2105 *m*	0·57	**0·75**	0·44	0·39	0·40	0·39	0·26	0·08	0·05*	0·17	0·26	0·45	0·35
Zwischen Petro-Alexandrowsk 85 *m* und Pamirski Post 3640 *m*	0·37	**0·46**	0·35	0·39	0·44	**0·46**	0·41	0·30	0·34	0·32*	0·32*	0·43	0·39

Am raschesten ist die Temperaturabnahme im Winter, am langsamsten durchschnittlich in den Sommermonaten, also gerade umgekehrt wie in den Alpen. Dieser Gegensatz ist bedingt durch die unverhältnismäßig starke Erwärmung der Hochsteppe im Sommer und durch die starke Abkühlung im Winter. Am schroffsten tritt dieser Umstand hervor, wenn wir Irkeschtam mit dem 800 *m* höher gelegenen Pamirski Post vergleichen. Im Sommer ist die Hochsteppe fast wärmer, im Winter viel kälter, so daß im Sommer sich ein negativer Gradient ergibt, während im Winter die Temperaturabnahme den adiabatischen Wert übertrifft. Dies fällt um so mehr in das Gewicht, als die oben stehenden Werte ja aus Monatsmitteln abgeleitet sind.

[2] Nachtfröste kommen in der Hochpamir auch in der wärmsten Jahreszeit fast regelmäßig vor. Die Erwärmung geht dann sehr rasch vor sich. Meine Schwester maß in Tuptschek am 9./IX. 1906 um 6^h 30^m a. —1°, um 7^h 30 a. +8°, um 2 p. 18°. Als niedrigste Temperatur notierte sie am 13./IX. um 9^h 15^m a. —10° in 6000 *m* Höhe auf dem Gipfel des Atschik.

In den Tälern der Niederen Pamir ist jedoch sowohl die Abkühlung im Winter wie auch die Erwärmung im Sommer recht groß, so daß im Jahresmittel der Gradient zwischen Khorog und Pamirski Post um 0·2° größer ist als am Ostabfalle des Pamirsystems.

Wie stark die Erwärmung im Sommer in der Niederen Pamir ist, zeigen am besten die Gradienten zwischen Khorog und Samarkand. Trotz der Höhendifferenz von fast 1400 *m* ist Khorog im Sommer fast gleich warm wie Samarkand, so daß sich als mittlerer Jahresgradient pro 100 *m* nur 0·35° ergibt, wohl einer der niedrigsten Werte, der für die Temperaturabnahme mit der Höhe im Jahresmittel gefunden wurde. Vergleichen wir Khorog mit dem außerordentlich warmen Kerki 245 *m* am Mittellaufe des Amudarja, so ergibt sich als mittlerer Jahresgradient 0·44°, ein ebenfalls noch sehr geringer Wert. Interessant sind die Gradienten, die zwischen Petro-Alexandrowsk und Pamirski Post in den einzelnen Monaten gelten, also zwischen niederer und hoher Steppe. Die Höhendifferenz ist 3550 *m*, die horizontale Entfernung ist eine gewaltige (13 Längengrade). Der Unterschied zwischen den einzelnen Monaten ist nicht groß, der zwischen den übrigen Stationspaaren scharf ausgesprochene jährliche Gang fast gänzlich verwischt. Im Grunde genommen herrschen in der tiefen und in der hohen Steppe die gleichen Verhältnisse; um so stärker tritt der Gegensatz zu den am Gebirgsrande gelegenen Stationen hervor. Gegenüber letzteren ist die Hochsteppe im Winter zu kalt, im Sommer zu warm, während in der niedrig gelegenen Steppe zwischen Amudarja und Syrdarja der jährliche Gang der Temperatur jenem auf der Hochsteppe ähnlich ist. Die Hochpamir ist eben kein Berggipfel, sondern eine weite Steppe, auf der sich nur mehr Gebirgszüge von geringer Höhe aufbauen. Und dieser Steppencharakter ist es, der dem jährlichen Temperaturgang der Hochpamir sein eigentümliches Gepräge verleiht, nicht aber die Höhenlage.

Als mittlerer Wert für die Temperaturabnahme zwischen den Stationen am Westrande des Gebirges und den Tälern des Niederen Pamir dürfte 0·40° angesehen werden, während der Gradient zwischen Nieder- und Hochpamir sicher größer ist; er ist aber wieder kleiner auf der Ostabdachung des Gebirgssystems.

Jedenfalls bieten die Verhältnisse im Westturkestan ein gutes Beispiel dafür, wie ganz anders sich die Temperaturabnahme mit der Höhe in langsam aufbauenden Gebirgsländern gestaltet als wie in schroff aus der Niederung emporragenden Kettengebirgen.

2. Feuchtigkeit der Luft.

Messungen der relativen Feuchtigkeit liegen fast von allen Stationen in größtenteils lückenlosen Reihen vor. Im Durchschnitte können die Werte als Mittel aus neunjährigen Beobachtungen angesehen werden. Die Beobachtungen des Dampfdruckes hingegen sind viel weniger vollständig, so daß ich es vorgezogen habe, den Dampfdruck aus den Monatsmitteln der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur zu berechnen. Einwandfrei ist diese Methode nicht; aber der Dampfdruck spielt als klimatischer Faktor nur eine untergeordnete Rolle, so daß die Genauigkeit der mitgeteilten Mittel für den Zweck dieser Zusammenstellung vollkommen ausreichend ist.

Aus den Jahresmitteln ergibt sich ohneweiters die große Trockenheit des Zweistromlandes. Als Jahresmittel sämtlicher Stationen ergeben sich 61 %. Das kleinste Jahresmittel hat Termez am Mittellaufe des Amudarja. Aber von Termez liegen erstens nur dreijährige Beobachtungen vor; zweitens aber sind in Termez die Mitteltemperaturen im Vergleiche mit dem nicht weit entfernten Kerki so hoch, daß Zweifel an der Zuverlässigkeit der Beobachtungen nicht unberechtigt sind. Sehen wir von Termez ab, so erscheint Pamirski Post als der trockenste Ort.

Diese große Trockenheit ist klimatisch von höchster Wichtigkeit, von größtem Einflusse auf das organische Leben. Sie bewirkt eine rasche und überaus starke Verdunstung in dem ohnehin sehr niederschlagsarmen Lande, sie hat das Land zum größten Teile in eine Wüste verwandelt und droht den

Kulturoasen am Rande des Gebirges langsame, aber sichere Vernichtung.[1] Betreffs des Einflusses der großen Trockenheit auf den Menschen muß auf die ausführlichen Mitteilungen von Schwarz verwiesen werden. Auch Heyfelder[2] und Olufsen geben interessante Daten.

Tabelle 6.

Monats- und Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit.

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	80 %	83	81	64	52	51*	52	53	58	67	84	**87**	68
Petro Alexandrowsk	**79**	73	65	54	43	41*	43	45	49	55	66	78	57
Turkestan	**84**	80	73	63	51	42	41*	41*	46	59	76	83	62
Kerki	**80**	73	66	62	53	49	52*	52*	57	64	69	75	63
Termez	**69**	64	53	46	34	26	25*	26	33	49	69	69	47
Chodschent	**79**	70	67	64	54	48	45*	47	51	65	73	76	61
Dschisak	**75**	**75**	74	65	51	39	35*	35*	38	53	73	**75***	57
Namangan	**81**	74	70	66	62	57*	57*	59	60	65	76	79	67
Taschkent	**77**	72	71	65	58	51	48*	49	54	64	75	76	63
Margelan	**81**	79	72	64	59	51	50*	51	54	63	74	79	65
Aulie-Ata	**77**	76	76	70	61	54	51*	52	55	67	75	**77***	66
Samarkand	**73**	71	72	65	54	47*	47*	47*	49	58	70	72	60
Prschewalsk	**71**	66	64	61*	63	63	66	62	59*	62	68	70	65
Narynsk	**75**	73	66	59	57	58	56	53	49*	50	63	68	61
[Irkeschtam]	—	—	—	—	(53	54	52	48)	—	—	—		—
Pamirski Post	**62**	59	53	47	47	45	42	42	39*	48	54	57	49

Das Maximum der relativen Feuchtigkeit fällt auf Dezember und Jänner, in den höchstgelegenen Stationen auf Jänner und Februar. Der trockenste Monat ist unterhalb 1000 *m* der Juli, oberhalb 1000 *m* der September. In Pamirski Post geht das Septembermittel bis zu 39 % herab.[3] Bis zu welch niedrigen Beträgen im Sommer die relative Feuchtigkeit in der Hochsteppe herabgehen kann, zeigen die von Olufsen im Sommer 1898 beobachteten Minima: Minimum im Juli 5 %, im August 2 %, im September 4 %, im Oktober 3 %, im November (in Khorog) 10 %, im Dezember (in Khorog) 35 %. Für die angeführten Monate habe ich aus Olufsen's Beobachtungen auch die Monatsmittel abgeleitet: Juli 38 %, August 21 %, September 27 %, Oktober 32 %, November (in Khorog) 58 %, Dezember (in Khorog) 70 %. Die Trockenheit im Sommer wäre also noch wesentlich größer, als sich aus den Beobachtungen in Pamirski Post ergeben hat; doch beziehen sich Olufsen's Messungen von Juli bis November fast durchwegs auf Höhen von über 4000 *m*.

Die Minima der relativen Feuchtigkeit, die in der niedrigen Steppe auftreten, dürften aber nicht viel niedriger sein als jene der Hochsteppe. Schwarz gibt an, daß die relative Feuchtigkeit in den Oasen zur Mittagszeit mitunter bis auf 7 % sinkt.

[1] Betreffs des raschen Austrocknungsprozesses der stehenden Gewässer siehe Schwarz, p. 578 bis 581. Der raschen Austrocknung sind auch die hochgelegenen Seen wie Issykkul und Karakul unterworfen. Für die Erniedrigung des Wasserspiegels in dem Alitschurpamir bringt Olufsen neuerliche Belege.

[2] O. Heyfelder, Transkaspien und seine Eisenbahnen. Hannover 1888.

[3] Olufsen bezeichnet die Pamir als überaus gesunde Gegend. Man trifft des öfteren Leute, die 125 Jahre alt sind. Die Örtlichkeiten der Niederen Pamir bezeichnet er direkt als Kurorte (health resorts), obwohl hier je nach der Höhe und der mehr oder minder geschützten Lage große Unterschiede vorkommen.

Am meisten Wasserdampf enthält die Luft überall in Turkestan im Juli, am wenigsten im Jänner; in Pamirski Post sind Juli- und Augustmittel gleich, andererseits wieder Dezember- und Jännermittel. Erwähnenswert ist im übrigen nur der außerordentlich geringe Gehalt der Luft an Wasserdampf im Winter der Hochsteppe. Es wird wenige Gegenden in der Welt geben, in denen der Wasserdampfgehalt in den Monatsmitteln auf einen so verschwindend kleinen Betrag herabsinkt.

Tabelle 7.

Monats- und Jahresmittel des Dampfdruckes (*mm*).

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	1·4*	1·7	3·1	5·5	8·8	11·5	**13·5**	11·0	8·4	5·4	3·7	2·1	6·4
Petro-Alexandrowsk	2·4*	3·3	4·5	6·5	8·8	10·0	**12·5**	11·0	8·5	5·0	3·8	3·2	6·8
Turkestan	2·2*	3·2	5·1	7·2	9·0	10·3	**11·9**	10·4	7·8	5·7	4·2	3·2	6·7
Kerki	4·2*	5·1	6·7	8·8	12·1	13·7	**15·5**	13·6	11·2	8·2	6·1	4·9	9·2
Chodschent	3·2*	4·0	5·9	8·6	10·9	12·9	**13·3**	12·2	9·7	7·3	5·4	4·1	8·1
Dschisak	3·1*	4·2	6·0	7·9	10·1	10·2	**10·6**	9·2	7·1	6·1	5·4	4·2	7·0
Namangan	2·9*	3·8	6·0	8·7	11·8	13·8	**15·0**	13·7	10·5	7·1	5·3	4·0	8·1
Taschkent	3·1*	4·0	5·7	7·6	10·5	12·2	**13·1**	11·6	9·1	6·7	5·2	4·2	7·7
Margelan	2·8*	3·9	5·8	8·0	11·1	12·6	**13·9**	12·4	9·5	6·6	4·9	3·8	7·9
Aulie-Ata	2·4*	2·7	4·3	6·6	9·4	11·1	**12·0**	10·4	7·7	5·7	4·2	2·8	6·5
Samarkand	3·2*	4·3	5·7	7·4	9·3	10·5	**11·5**	9·9	7·8	6·1	5·1	4·2	7·1
Prschewalsk	2·2*	2·5	3·2	4·5	6·8	8·5	**10·0**	8·8	6·6	4·5	3·3	2·6	5·3
Narynsk	0·7*	1·0	2·4	4·0	5·9	7·5	**8·4**	7·5	5·4	3·1	2·2	1·1	4·1
Pamirski Post	0·6*	0·7	1·4	2·2	3·5	4·3	**4·9**	**4·9**	3·1	2·2	1·3	0·6*	2·5

3. Niederschlag.

Zur Darstellung dieses wichtigen klimatischen Elementes stehen vorwiegend lange Reihen (12- bis 17jährig; Khorog 5 Jahre, Termez 3 Jahre) zur Verfügung.

Das ganze Gebiet muß als sehr niederschlagsarm bezeichnet werden. Die Unterschiede sind aber sehr groß, selbst in einander relativ nahe liegenden Stationen (Chodschent 16 *cm*, Dschisak 43 *cm*). Am niederschlagsreichsten sind die Gebiete des Issykul und des Naryn,[1] der West- und Nordrand des Gebietes. Die Niederschlagsmenge nimmt rasch mit der Höhe zu; in höheren Regionen erfolgt dann wieder eine Abnahme, so daß oben in der Hochsteppe überhaupt am wenigsten Niederschlag fällt. Sehr trocken ist auch die tiefe Steppe und der Südrand des Gebietes.

Die Abhängigkeit von Seehöhe und Lage geht deutlich aus der nachstehenden Übersicht über die Jahressummen in den einzelnen Bezirken hervor:

1. Steppe 121 *m* . . . . 130 *mm*
2. Südrand 277 *m* 160
3. Westrand des Gebirges 477 *m* . . . 358
4. Fergana 507 *m* 175
5. Nordrand 620 *m* . . . . 516 *mm*
6. Naryn Issykkul 1892 *m* 370
7. Pändsch 2105 *m* 288
8. Pamir-Hochsteppe 3195 *m* 119

[1] Im Tienschan fällt viel mehr Niederschlag als in der Pamir, was sich in der Existenz großer Wälder zeigt. Wälder in unserem Sinne gibt es in der ganzen Pamir nicht; auch die prachtvollen Baumoasen der Niederen Pamir, vor allem im Surchabtale, können der künstlichen Bewässerung nicht entbehren. Künstlicher Berieselung verdanken auch die Gärten Samarkands ihren Bestand, worüber Schwarz näheres berichtet.

Der Niederschlag nimmt im Gebirge rasch zu; bemerkenswert jedoch ist die geringe Niederschlagsmenge in Fergana, das zu den fruchtbarsten Gegenden des Zweistromlandes gehört. Fergana ist fast ringsum von Gebirgen umgeben. Da Westwinde vorherrschen, ist leicht einzusehen, daß in den Stationen am Westrande des Gebirges stärkere Niederschläge fallen. Übrigens scheinen in Fergana selbst die Unter-

Tabelle 8.

Monats- und Jahresmittel des Niederschlags in Millimetern.

	Jann.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	9·0	12·0	15·0	**16·0**	11·0	5·0*	7·0	9·0	8·0	8·0	12·0	10·0	122·0
Petro-Alexandrowsk . .	11·6	8·9	**24·6**	13·3	4·7	6·6	1·0	0·9*	1·3	5·3	8·6	10·3	97·1
Turkestan	24·8	11·4	**30·5**	19·5	17·9	8·9	1·5*	2·9	2·8	7·9	16·2	26·8	171·1
Kerki	30·7	16·2	**33·2**	24·7	8·0	2·0	0·1	0·0*	0·0*	6·2	18·9	20·5	160·5
Chodschent	13·3	7·1	22·5	**23 0***	22·4	10·5	7·9	1·0*	1·7	15·8	17·3	16·3	158·8
Dschisak	66·7	35·2	**84·4**	52·7	20·7	10·5	2·5	1·2*	4 3	41 7	56·9	40·9	429·7
Namangan	24·0	9·4	**32·6**	19·5	25·3	7·1	7·7	1·7*	3·5	20·4	17·7	17·3	186·2
Taschkent	49·7	31·0	70·9	**79·0**	31·9	15·7	5·7	1·7*	3·9	32·3	40·5	39·7	408·0
Margelan	18·1	11·5	**27·5**	17·5	22·3	8·5	0·5	4·0	1·2*	10·2	10·6	14·4	104·3
Aulie-Ata	19·0	10·9	47·0	**47·4**	38·4	26·5	8·3	9·1	0 9*	34·3	30·4	25·4	315·0
Samarkand	35·7	24·3	65 2	**76·8**	35·5	6·7	5·2	1·3*	2·3	25·2	31·0	28·5	337·7
Prschewalsk	17·4	10·2*	20·1	44·1	64·0	58·0	**70·9**	53·5	38·0	30·8	21·2	18·6	452·8
Narynsk	11·1	8 6*	17·5	31·1	**54·2**	45·2	43·2	21·4	13·3	18·0	11·0	13·1	287·7
Khorog	28·2	20·8	27·8	21·4	28·0	14·0	5·7	0·2*	0·2*	13·2	**43·0**	24·8	228·5
Irkeschtam	5·5	3·3	14·1	12·0	25·1	**30·4**	28·9	24·0	8·3	7·7	7·8	8·9	176·0
Pamirski Post	7·8	2·5	1·0	3·6	8·4	**15·4**	8·0	4·4	3·9	2·5	2·1	2·1	62·3

schiede groß zu sein. Nach Schwarz fielen im Jahre 1886 in Margelan 192 *mm*, in Osch jedoch 420 *mm*. Osch liegt 500 *m* höher als Margelan, unmittelbar am Fuße des Gebirges. Andrerseits sammeln sich in dem Becken von Fergana außerordentlich viele Gebirgsflüsse; vor allem ist der Naryn des Abfluß eines niederschlagsreichen Gebietes. Es wäre überhaupt verfehlt, aus der Niederschlagsmenge einer Gegend allein auf die Fruchtbarkeit des Bodens zu schließen.[1]

Die Jahressumme für die Hochsteppe fällt zu hoch aus, weil zur Bildung des Mittels auch Irkeschtam herangezogen wurde, das bedeutend niederschlagsreicher als Pamirski Post ist.

Monatssummen des Niederschlages (siehe Tabelle 8).

West-Turkestan ist ein Gebiet ausgesprochenen Frühlingsregens, wenn wir nur die Stationen unterhalb 1000 *m* betrachten. Das Maximum des Niederschlages fällt hier im März oder im April; der Sommer ist fast regenlos. Am Südrande des Gebietes fällt im August und September auch im 12jährigen Mittel kein Regen. Im Oktober, in der niederen Steppe erst im November beginnen dann wieder kräftigere Niederschläge. Im Jänner wird ein erstes Maximum erreicht. Der Februar ist dann viel niederschlagsärmer, worauf im März oder April das Hauptmaximum erreicht wird. Diese doppelte Periode läßt sich in allen Stationen deutlich erkennen. Das Minimum des Niederschlages tritt durchschnittlich im August ein.

---

[1] In Westturkestan spielt neben der Niederschlagsmenge die Bodenbeschaffenheit eine ebenso große Rolle. Nur wo sich Löß findet, ist der Boden ertragsfähig. Während in Fergana vorwiegend Getreide gebaut wird, wird in der Gegend von Samarkand das Hauptgewicht auf den Weinbau gelegt. In Ferghana sind 9% des Bodens Kulturland, im Amudarja-Bezirke nur 0·5% (Schwarz).

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse in größeren Höhen. Gegen Ende des Frühlings und im Anfange des Sommers fallen hier die meisten Niederschläge. Das Sommermittel übertrifft das Frühlingsmittel. In Khorog aber, im Tale des Pändsch, ist der Sommer wieder regenlos und das Maximum des Niederschlages fällt im November als Schnee; das Wintermittel liegt höher als das Frühlingsmittel. Die Hochsteppe jedoch hat ausgesprochenen Sommerregen, wenn auch die Menge des Niederschlages verschwindend klein ist. In der jährlichen Periode des Niederschlages stimmt also die Hochsteppe bereits mit den Verhältnissen in Ost-Turkestan überein.

Der Unterschied in der jährlichen Verteilung der Niederschläge zwischen Niederung und höher gelegenen Gebieten ist bemerkenswert. In der Höhe sind westliche und südwestliche Winde durchaus vorherrschend. Aus der geographischen Lage des Gebietes ergibt sich, daß nur Winde aus diesen Richtungen zu ergiebigeren Niederschlägen führen können. Da in der Tiefe Winter- und Frühlingsregen vorherrschen, so muß man wohl annehmen, daß während dieser Jahreszeiten die vorherrschenden Winde ihre Feuchtigkeit bereits in mittleren Lagen des Gebirges als Niederschlag abgeben und dann in größeren Höhen bereits sehr trocken ankommen. Im Sommer aber sind diese vorherrschenden Winde im allgemeinen viel trockener; sie müssen in große Höhen aufsteigen, um die Kondensationsgrenze zu erreichen.

In den Randgebirgen der Hochpamir fällt deshalb auch mehr Niederschlag. Dies spricht sich darin aus, daß im Alai, im Serafschantale, in den Tälern der Niederen Pamir im Winter viel Schnee fällt,[1] der erst spät im Frühling schmilzt, während in der Hochpamir von einer winterlichen Schneedecke nicht gesprochen werden kann. Aber auch das Vorkommen von Gletschern beweist das gleiche. In der Hochpamir fehlen große Gletscher gänzlich, während in den Randgebirgen, in der Transalaikette, im Hintergrunde des Serafschantales, vor allem aber im Periochtau (Kette Peters des Großen)[2] Firngebiete von großer Ausdehnung sich finden, die aber freilich keinen Vergleich mit den Firnrevieren des Tienschan aushalten.

Im Spätfrühling und Sommer werden die Flüsse deshalb nur durch die Schneeschmelze im Gebirge genährt. Im Mai und Juni schwellen die Flüsse des Niederen Pamir mächtig an, so daß sie kaum überschritten werden können. Im Sommer aber trocknen sie fast vollkommen aus. Der Serafschan ist überhaupt nur ein »intentioneller« Nebenfluß des Amudarja, den er nicht mehr erreicht. Aber neben der Verdunstung entzieht wohl auch die künstliche Bewässerung in der Gegend von Samarkand dem Flusse zu viel Wasser.

Olufsen gibt nähere Daten über Schneebedeckung und Schneeschmelze in den Pamiren, weshalb auf seine Ausführungen verwiesen wird.

Zahl der Tage mit Niederschlag und Zahl der Gewittertage. (Siehe Tabelle 9.)

Im allgemeinen haben jene Monate die meisten Niederschlagstage, in welchen die Maxima des Niederschlages eintreten. Am seltensten regnet es in den beiden Steppengebieten und am Mittelaufe des Amudarja.

Auch in der Niederen Pamir, in Khorog, fällt nur an 46 Tagen Niederschlag in Form starker Schneefälle. Im Gebiete des Naryn und Issykkul hingegen finden sich schon 101 Niederschlagstage; hier erreicht auch die Gewitterhäufigkeit ihr Maximum mit durchschnittlich 24·6 Tagen, während in der niederen Steppe nur an 7·1 Tagen Gewitter niedergehen. Sehr selten sind Gewitter in den Pamiren: in

[1] Nach Schwarz liegt die Schneegrenze im Serafschantale in 3700 bis 4000 *m* Höhe, im Alaigebirge in 4300 *m*, übersteigt aber weiter im Osten vielfach 4900 *m* Meereshöhe.

[2] Im Verhältnis zur Höhe der Gipfel, die 7000 *m* erreichen, ist aber auch hier die Firnbedeckung gering, wie die Bilder beweisen, die Rickmers im Sommer 1906 aufgenommen hat. Die Gletscher sind zwar groß, aber der Firnmantel der Berge scheint ungemein dünn zu sein im Vergleiche zu den kompakten Eispanzern des alpinen und kaukasischen Hochgebirges. — Die Gletscher scheinen ausnahmslos im raschen Rückzuge zu sein.

Tabelle 9.

Zahl der Tage mit Niederschlag.

	Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	**6·3**	4·7	4·5	4·8	3·2	2·3	2·0*	2·3	2·3	3·6	6·2	6·1	48·3
Petro-Alexandrowsk	3·6	2·0	**4·8**	4·0	1·8	1·7	0·5	0·4*	0·4*	1·4	2·5	2·9	26·0
Turkestan	9·0	5·8	**9·3**	7·1	4·5	3·2	1·2	1·0*	1·2	3·1	7·0	8·7	61·1
Kerki	5·8	4·3	**6·5**	4·8	1·7	0·4	0·1	0·0*	0·0*	1·2	3·7	4·5	33·0
Chodschent	4·5	2·5	5·1	**5·8**	4·9	2·0	1·5	0·5*	0·5*	2·7	4·0	4·3	38·3
Dschisak	9·3	6·9	**11·7**	10·4	4·6	3·1	1·3	0·7*	1·0	4·5	7·0	7·4	67·9
Namangan	5·8	3·0	**7·3**	5·8	6·7	3·1	3·2	1·2	1·0*	3·1	6·8	4·8	51·8
Taschkent	9·9	7·1	**12·1**	10·5	6·4	3·8	1·8	1·1*	1·1*	5·1	8·1	9·6	76·6
Margelan	5·9	3·5	6·9	6·5	**7·3**	3·3	3·1	1·3	0·6*	3·1	5·5	4·1	51·1
Aulie-Ata	7·0	5·9	**10·4**	9·9	7·4	5·8	2·9	2·1	1·9*	5·4	7·4	6·7	72·8
Samarkand	8·6	7·0	**12·1**	10·7	5·3	2·3	1·1	0·5*	0·7	4·1	5·8	6·5	64·7
Prschewalsk	6·9	5·0*	6·6	10·1	10·6	10·7	**10·9**	8·5	6·5	6·9	6·3	7·1	96·1
Narynsk	8·2	6·4	10·6	10·9	**14·2**	11·9	10·8	7·2	4·8*	5·0	7·4	8·5	105·9
Khorog	**7·0**	4·8	6·6	4·6	5·6	4·2	1·2	0·4	0·2*	2·5	5·7	3·7	46·5
Irkeschtam	3·4	3·1	7·2	4·7	8·4	**9·8**	9·0	7·9	3·8	2·4*	2·9	3·0	72·2
Pamirski Post	3·0	1·8	2·4	2·3	**5·6**	5·4	3·4	2·4	1·8	2·0	2·0	1·4*	33·5

Khorog 1·6, in Pamirski Post 5·2 Gewittertage. Die Zahl der Gewittertage nimmt mit der Höhe zu, gegen Süden hin jedoch rasch ab.

Tabelle 10.

Regenwahrscheinlichkeit.

	Jann.	März	Mai	Juli	Sept.	Nov.
Kasalinsk	0·20	0·15	0·10	0·07	0·07	0·20
Petro Alexandrowsk	0·11	0·16	0·00	0·02	0·01	0·08
Turkestan	0·29	0·30	0·15	0·04	0·04	0·23
Kerki	0·19	0·21	0·00	0·00	0·00	0·12
Chodschent	0·15	0·16	0·16	0·05	0·01	0·13
Dschisak	0·30	0·38	0·15	0·04	0·03	0·23
Namangan	0·19	0·24	0·22	0·10	0·03	0·22
Taschkent	0·31	0·39	0·21	0·00	0·04	0·26
Margelan	0·19	0·22	0·24	0·10	0·02	0·18
Aulie Ata	0·22	0·34	0·24	0·09	0·06	0·24
Samarkand	0·28	0·39	0·17	0·03	0·02	0·19
Prschewalsk	0·22	0·21	0·34	0·35	0·21	0·20
Narynsk	0·27	0·34	0·46	0·35	0·16	0·24
Khorog	0·22	0·21	0·18	0·04	0·01	0·19
Irkeschtam	0·11	0·23	0·27	0·31	0·12	0·09
Pamirski Post	0·10	0·08	0·18	0·11	0·00	0·06

Regenwahrscheinlichkeit (Siehe Tabelle 10).

Der geringen Zahl der Niederschlagstage entsprechend ist auch die Regenwahrscheinlichkeit eine sehr geringe. Am häufigsten regnet es in Narynsk im Mai; es treffen auf 10 Tage 4·6 Regentage. Am mittleren Amudarja regnet es im Juli und September überhaupt nicht. Eine eingehende Diskussion der einzelnen Gebiete scheint vollkommen überflüssig.

Regenreichste und regenärmste Jahre.

Mehr Interesse verdient die Frage, in welchen Grenzen sich die Jahressummen der Niederschläge bewegen. Nachstehend sind die Extreme der Niederschlagssummen angegeben.

	Maximum	Minimum		Maximum	Minimum
	Millimeter			Millimeter	
Kasalinsk	181	75	Margelan	297	74
Petro-Alexandrowsk . . .	160	53	Aulie-Ata	520	206
Turkestan	293	114	Samarkand	473	206
Kerki	294	114	Prschewalsk	659	277
Chodschent	197	78	Narynsk	368	150
Dschisak	620	253	Khorog	273	197
Namangan	237	123	Irkeschtam	302	46
Taschkent	501	280	Pamirski Post	81	37

Die Schwankungen sind recht groß, am größten in Irkeschtam, wo die geringste Niederschlagssumme nur mehr $^1/_7$ der maximalen ist, $^1/_4$ der mittleren. Am kleinsten sind die Unterschiede in Pamirski Post, wo aber die Werte sich überhaupt fast völliger Niederschlagslosigkeit nähern.

Längste Trockenperioden.

Nachstehend findet sich eine Übersicht über die längsten Trockenperioden, die an den Stationen des ohnehin niederschlagsarmen Landes beobachtet worden sind. Die Zahlen hinter den Stationen bedeuten die Zahl aufeinanderfolgender Monate, während welcher an der betreffenden Station überhaupt kein Niederschlag fiel.

Kasalinsk 3, Petro-Alexandrowsk 5, Kerki 6, Chodschent 4, Dschisak 3, Namangan 2, Taschkent 4, Margelan 4, Aulie-Ata 3, Samarkand 5, Prschewalsk 1, Khorog 4, Irkeschtam 3, Pamirski Post 3.

In Kerki am Amudarja verstrich ein halbes Jahr ohne Niederschlag. Auch am Westrande des Gebirges können die Trockenperioden noch recht lange dauern, während am Naryn und Issykkul nur mehr ein Monat ohne Niederschlag geblieben ist. In der Hochsteppe aber können einander wieder drei niederschlagslose Monate folgen.

4. Bewölkung.

Die Bewölkungsverhältnisse des Zweistromlandes werden wohl am besten charakterisiert durch die Angabe der mittleren Zahl der ganz heiteren und der ganz trüben Tage.

Die Anzahl der heiteren Tage ist am größten am ganzen Laufe des Amudarja (inklusive Pändsch) und in der niederen Steppe. Termez hat im Mittel jährlich 191 wolkenlose Tage. Mit der Höhe nimmt dann die Zahl der heiteren Tage ab, ist aber auch am Nordrande des Gebietes noch sehr groß. Die geringste Zahl notiert Irkeschtam mit 67 Tagen, während auf der Hochsteppe wolkenlose Tage wieder häufiger werden (Pamirski Post 116 Tage). Am heitersten ist der Himmel in den Monaten August und September,

Tabelle 11.

Zahl der heiteren Tage.

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	6·4	8·9	8·1	10·1	10·4	13·8	15·2	**20·7**	15·6	14·0	5·3*	8·4	136·9
Petro-Alexandrowsk	7·5	7·4	8·2	10·6	11·5	17·0	22·0	**25·2**	23·6	18·4	9·3	6·3*	167·0
Turkestan	6·8*	8·1	7·4	9·8	12·0	15·8	19·7	**24·4**	22·2	15·9	8·3	7·2	157·6
Kerki	7·4	6·4	6·2	7·7	11·4	20·4	23·2	**26·7**	20·1	18·8	9·0	6·0*	169·3
Termez	7·0*	9·0	7·7	12·0	14·0	23·0	25·0	**28·2**	26·5	21·0	9·5	8·0	190·9
Chodschent	7·9	8·7	6·5	7·5	8·7	13·7	17·2	**22·4**	19·4	13·7	6·2	6·0*	137·9
Dschisak	5·5	5·3	3·7*	8·2	14·0	17·7	22·3	**26·3**	24·5	16·6	7·3	6·3	157·7
Namangan	6·2	7·5	3·5*	6·4	8·1	11·6	10·2	**19·9**	19·5	15·3	6·3	5·7	126·2
Taschkent	6·1	6·4	3·9*	7·6	12·6	17·1	23·3	**26·6**	22·8	16·3	7·3	6·1	156·1
Margelan	4·4	5·3	2·1*	4·8	6·3	8·2	10·8	15·9	**18·8**	14·3	5·4	5·1	101·4
Aulie-Ata	6·6	5·4	2·4*	6·6	8·9	13·0	16·5	**20·5**	19·0	12·5	5·0	5·0	121·4
Samarkand	6·1	5·0	2·9*	5·9	10·3	16·6	20·8	**24·8**	24·1	16·4	7·6	5·8	146·3
Prschewalsk	5·6	9·8	7·0	5·1	4·6*	6·0	5·0	8·1	**11·5**	11·0	6·4	6·7	86·8
Narynsk	7·6	7·8	3·5*	6·4	4·4	6·6	6·6	12·1	**13·0**	12·4	6·0	7·8	94·2
Khorog	10·0	10·0	7·8	8·4	6·6*	10·0	10·0	19·0	**22·4**	14·2	9·6	14·0	151·0
Irkeschtam	5·4	4·1	4·2	3·1*	3·9	4·4	3·8	5·9	9·3	**10·7**	6·1	6·2	67·1
Pamirski Post	8·4	9·7	4·6*	7·0	6·7	8·1	9·5	**13·9**	13·3	13·2	11·1	10·2	115·7

Tabelle 12.

Zahl der bedeckten Tage.

	Jänn.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Kasalinsk	**12·8**	9·4	10·0	4·8	2·2	0·8*	0·8*	0·8*	0·9	3·8	11·9	12·7	70·9
Petro-Alexandrowsk	**10·0**	8·1	6·8	4·4	3·1	1·0	0·5	0·0*	0·3	2·6	5·2	9·7	51·7
Turkestan	10·7	7·2	7·4	4·7	3·8	0·9	0·7	0·2*	1·0	2·8	7·8	**10·8**	58·0
Kerki	**8·6**	6·8	6·9	4·1	1·5	0·4	0·2	0·0*	0·1	2·0	5·4	6·6	42·6
Termez	8·3	8·3	8·3	6·0	4·0	0·3	0·7	0·2	0·0*	2·0	**8·7**	7·2	54·0
Chodschent	10·5	6·5	9·6	6·7	5·3	1·7	1·2	1·0	0·6*	4·4	**10·6**	10·1	68·2
Dschisak	14·3	11·2	**14·8**	7·7	4·1	2·1	0·7	0·2*	0·7	4·7	10·9	12·6	84·0
Namangan	10·5	7·4	9·1	6·4	6·4	2·3	1·4	1·0*	1·1	3·7	8·9	11·2	69·4
Taschkent	**12·9**	10·1	12·3	8·9	4·2	1·5	1·0	0·1*	0·7	5·0	11·5	12·7	80·9
Margelan	**15·2**	10·5	14·2	10·4	9·4	5·5	2·4	1·5	1·4*	6·5	11·7	12·4	101·1
Aulie-Ata	13·8	12·7	**17·2**	12·2	8·3	5·3	3·3	1·8*	2·4	6·9	14·3	15·1	113·3
Samarkand	11·0	9·3	**11·1**	7·5	3·2	1·0	0·3*	0·3*	0·4	3·7	9·1	8·9	65·8
Prschewalsk	8·9	4·1	8·9	8·7	**10·4**	8·4	8·9	4·5	3·4*	5·9	7·2	7·9	87·2
Narynsk	8·2	6·4	10·6	10·9	**14·2**	11·9	10·8	7·2	4·8*	5·0	7·4	8·5	105·9
Khorog	6·2	5·6	**6·8**	3·6	6·2	2·8	1·2	0·0*	0·4	3·6	6·6	5·2	48·2
Irkeschtam	8·0	5·0	**9·3**	8·1	8·3	6·3	3·2	3·0	2·1*	3·5	7·3	8·1	72·2
Pamirski Post	7·3	5·4	**8·2**	7·2	4·9	4·1	4·1	2·1	1·4*	2·0	3·3	4·6	54·6

während die geringste Zahl an heiteren Tagen durchschnittlich auf den März fällt, analog der größten Regenwahrscheinlichkeit in diesem Monate.

Die Anzahl der bedeckten Tage gibt ein nur in geringem Grade abweichendes Bild. Trübe Tage sind am seltensten im Süden des Gebietes; am Oberlaufe und Mittellaufe des Amudarja ist im Jahre der Himmel nur an 48 Tagen ganz bedeckt; ein Einfluß der Höhe zeigt sich hier im Süden nicht. Kerki und das um 1900 *m* höher liegende Khorog verhalten sich ganz gleich. Am größten ist die Zahl der ganz trüben Tage nicht im niederschlagsreichsten Gebiete (Naryn und Issykkul), sondern am Nordrande des Gebietes, wo in Aulie-Ata jährlich 113 trübe Tage notiert werden. Doch überwiegen hier in Aulie-Ata noch die ganz heiteren Tage, während am Naryn und Issykkul im Jahresdurchschnitte die trüben Tage überwiegen. Im letztgenannten Gebiete fallen die meisten trüben Tage auf den Mai und auch im Sommer ist die Zahl der trüben Tage noch recht groß — wir befinden uns hier im Gebiete größter Gewitterhäufigkeit (24·6 Gewittertage). Im ganzen übrigen Gebiete ist die Bewölkung im Jänner und März am größten, entsprechend den beiden Monaten mit größtem Niederschlage. In der Hochsteppe oben ist die Zahl der ganz trüben Tage sehr gering. Ganz wolkenlos sind nach Olufsens Beobachtungen wenige Tage. Von Juli bis Oktober herrschen Cumuli vor, die an den Gipfeln der Berge hängen; sonst ist der Himmel vorherrschend wolkenlos.[1] Im Dezember, Jänner, Februar waren höhere Wolken vorherrschend (Alto- und Cirrostratus).[2]

Diese geringe Bewölkung bis in große Höhen hinauf würde das Zweistromland als ein ungemein geeignetes Gebiet für die Messung der Sonnenstrahlung erscheinen lassen, wie überhaupt die strahlende Wärme im Klima West-Turkestans, speziell der Hochsteppe, eine sehr große Rolle spielen muß. Die Eignung für derartige Messungen wird dadurch noch bedeutend gehoben, daß man auch in sehr großen Höhen unter ungemein günstigen Witterungsverhältnissen arbeiten könnte. Fraglich ist nur, ob nicht ein Umstand hinderlich wird, der zwar mit den Bewölkungsverhältnissen in keinem direkten Zusammenhange steht, aber bei Betrachtung der klimatischen Verhältnisse West-Turkestans nicht übergangen werden darf: die mechanische Trübung der Luft durch Staub.

Von der außerordentlichen Trübung der Luft durch Staub berichten alle Reisenden, die die Pamire besucht haben. Denn nur in höheren Lagen scheint diese Trübung eine größere Rolle zu spielen. In der Steppe, bei Samarkand und Buchara, wirbelt der Wind zwar auch Staub in großen Massen auf, aber es scheint dort nicht zu lange andauernden Trübungen zu kommen, während in den Pamiren durch die vorherrschenden Südwestwinde gerade das feinste Material aus den Steppen zugeführt und angehäuft wird. In der Hochpamir führt untertags die infolge der starken Erwärmung kräftige Konvektion den Staub unterwegs in die Höhe; infolge der starken Abkühlung nachts sinkt dann (nach Olufsen) der Staub wieder zu Boden. Untertags sind astronomische Messungen oft nicht mehr durchzuführen; die Sonnenränder erscheinen unscharf. Dieser tägliche Wechsel tritt nach den Beobachtungen meiner Schwester in den niederen Pamiren infolge der geringeren Wärmeschwankung nicht mehr ein. Im Alaitale und im Chingobtale ist der Staub oft so dicht, daß die Sonne nur mehr als matte Scheibe sichtbar ist; nach 5^h p. wurde die Trübung des öfteren so stark wie Nebel. In Darwas und Tuptschek, gegen die Hochpamir hinauf, wurde die Trübung schwächer; sie war aber noch sehr stark in Karatag, in der westlichen Randzone des Gebirges. In höheren Lagen waschen ganz geringfügige Niederschläge den Staub aus der Luft, worauf allerdings rasche Neubildung der Staubmassen folgt.

[1] Olufsen schreibt: A traveller moving hastily through these regions without making minute observations would certainly return with the impression, that the sky, except some cumuli hovering on the horizon over the mountain tops, was constantly cloudless.

[2] Auf Photographien, die Rickmers im September 1906 im Periochtau aufgenommen hat, sieht man Kumulusmassen, die über den 6000 bis 7000 *m* hohen Gipfeln in gewaltige Höhen aufsteigen. Vergleicht man die Wolkenhöhe mit der Höhe der darunter liegenden Bergmasse, so erhält man den Eindruck, als sei die obere Grenze der Kumuli in 9000 bis 10000 *m* zu suchen.

Trotz der geringen Bewölkung in den Pamiren könnten also Messungen der Sonnenstrahlung dennoch großen Hindernissen begegnen.

5. Wind.

In den Windverhältnissen kommen naturgemäß die lokalen Unterschiede am schärfsten zum Ausdrucke. Ich habe mich deshalb darauf beschränkt, die Häufigkeit der verschiedenen Windrichtung ohne Rücksicht auf die Windstärke in fünfjährigen Mitteln darzustellen. Die berechnete Tabelle über die Windhäufigkeit in den einzelnen Monaten teile ich nicht mit, verwende aber die Resultate in der Diskussion.

Tabelle 13.

Häufigkeit (5 Jahre) **der verschiedenen Windrichtungen.**

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm.
Kasalinsk	142·2	**162·0**	153·4	94·2	69·0*	92·0	113·8	92·0	173·8
Petro-Alexandrowsk . .	**256·8**	134·4	89·2	38·0	27·0*	49·4	79·8	94·2	325·4
Turkestan	91·4	**197·4**	129·4	49·6*	68·6	77·0	117·4	59·6	304·4
Kerki	58·8	75·8	30·3	171·5	26·4*	75·4	43·4	**262·8**	335·5
Chodschent	12·0	91·4	**171·6**	4·0	16·4	74·0	150·6	2·6*	569·8
Dschisak	45·0	59·2	6·2*	7·6	21·0	**131·0**	29·8	121·4	663·2
Namangan	**192·6**	83·1	95·9	47·8	32·4	30·5	58·8	28·7*	495·6
Taschkent	187·0	108·4	**242·8**	112·4	73·2	73·0*	79·6	118·4	99·8
Margelan	65·8	29·2	13·0*	14·6	38·8	27·8	**91·8**	33·4	779·4
Aulie-Ata	85·0	70·6	11·8*	100·8	**246·0**	75·8	117·2	100·0	279·4
Samarkand	35·4	47·4	113·2	**205·0**	137·0	103·8	61·8	32·6*	349·6
Prschewalsk	8·2	52·8	62·2	**152·6**	60·7	21·0	10·1	8·1*	699·0
Narynsk	2·0*	5·0	92·0	**427·4**	20·4	182·0	221·6	21·4	123·8
Khorog	9·0*	22·1	117·0	28·7	43·0	35·1	**157·1**	37·2	617·8
Irkeschtam	13·8	47·1	46·7	46·9	120·9	**483·2**	151·7	10·8*	104·4
Pamirski Post	105·5	74·0	40·6*	50·0	100·0	**127·7**	63·9	58·1	441·4

In der Steppe überwiegen nördliche bis nordöstliche Winde, erstere im Süden, letztere im Norden der Steppe. Am häufigsten weht in der Steppe der Wind im April. Am Südrande des Gebietes herrschen Nordwestwinde vor; der windreichste Monat ist der März.

Am schwersten zu überblicken sind die Windverhältnisse am Westrande des Gebirges und in Fergana. Östliche oder westliche Winde sind hier am häufigsten. In der Zeit der raschesten Erwärmung, zu Beginn des Frühlings, fällt die größte Windhäufigkeit; in Samarkand aber ist der Oktober der windreichste Monat.

Im Tale des Naryn und am Issykkul überwiegen weit die Südostwinde; am meisten Wind weht hier im Winter. Die Richtung weist auf Ost-Turkestan als Heimat der zugeführten Luft hin. Während in Prschewalsk neben dem Südost keine andere Windrichtung eine Rolle spielt, treten im Tale des Naryn bereits häufig West- und Südwestwinde ein, die dann in größeren Höhen gänzlich vorherrschend werden, sowohl in der Hochpamir wie in den niederen Pamiren. Am häufigsten ist der Westwind in Irkeschtam am Ostabhange der Hochsteppe, während auf dieser selbst neben dem Westwinde noch sehr häufig Nord weht. In Khorog überwiegen zwarWestwinde, aber durch das Tal des Gun weht häufig Ostwind von der rauhen Alitschurpamir in das warme Tal des Pändsch herab. In Irkeschtam ist die Windhäufigkeit in den einzelnen Monaten ziemlich gleich, während in Pamirski Post ein ausgesprochenes Maximum auf den März fällt.

Überblicken wir das ganze Gebiet, ohne auf Einzelheiten einzugehen, so ist der Einfluß der Höhe ein ganz auffälliger. In der Steppe überwiegen nördliche Winde, in größeren Höhen südwestliche; letztere zeichnen zugleich den Osten des Gebietes aus. An der Grenze zwischen Gebirge und Steppe, in der Mittelzone des Zweistromlandes, finden wir eine große Veränderlichkeit in der Häufigkeit der Windrichtungen. Sehen wir vom Nordrande des Gebietes ab, so kreisen an den Grenzen im Jahresmittel die Winde um das ganze Land, als ob sich ein Barometerminimum in Innern des Landes befinden würde.[1]

Für eine Behandlung weiterer wichtiger klimatischer Elemente und Verhältnisse mangelt ein geeignetes Beobachtungsmaterial. Eine genaue Angabe der Frosttage wäre erwünscht; von großem Interesse wären auch Daten über die mittlere Veränderlichkeit der Tagesmittel. Von höchster Wichtigkeit aber wäre die Kenntnis der durchschnittlichen täglichen Verdunstung. Es stehen mir nur Zahlen zur Verfügung, die Schwarz für das Jahr 1886 gibt. Darnach beträgt die durchschnittliche tägliche Verdunstung (nach der Wägemethode gemessen) 3·02 *mm*. Das Mittel ist aus 9 Stationen gebildet. Die geringste Verdunstung hat der Jänner mit 0·40 *mm* pro Tag, die rascheste der Juli mit 7·10 *mm*. In Wirklichkeit ist die Verdunstung noch größer. Zur Orientierung dürfte die Kenntnis dieser Zahlen genügen. Jedenfalls überwiegt im Zweistromlande von Turkestan die Verdunstung bedeutend die Menge des Niederschlages, soweit die Regionen unter 1000 *m* Meereshöhe in Betracht kommen. Für die höheren Regionen fehlen Messungen gänzlich. Daß das Land zunehmender Austrocknung verfallen ist, zeigt sich in noch großartigerer Weise in der raschen Verminderung des Umfanges der stehenden Gewässer bis in die größten Höhen hinauf.[2]

[1] Betreffs der Windgeschwindigkeit bemerkt Schwarz, daß diese (in den niedrigeren Gebieten) im allgemeinen eine geringe ist; durchschnittlich beträgt sie 2 bis 3 *m*/sec. und erreicht nur in seltenen Fällen 14 *m*. Bei größerer Nähe des Gebirges treten heftige Berg- und Talwinde auf. Hellmann hat sie aus den Beobachtungen in Namangan nachgewiesen. Die Stärke dieser Winde steigt mit der Höhe und ist nach Mitteilungen meiner Schwester besonders stark in manchen Tälern der Niederen Pamire. — In der Hochpamir tritt nach Olufsen die größte Windgeschwindigkeit mit West- und Südwestwind ein (im März mit NE). Die größte Windgeschwindigkeit betrug 7 bis 8 (zwölfteilige Skala), daneben kommen aber überaus heftige Windstöße von kurzer Dauer vor. Die Bergwinde sind meist fühlbar; der Morgenwind ist meist leicht und kommt oft von E. Kaum verschwindet die Sonne hinter den Gipfeln, so bricht der Nachtwind oft mit orkanartiger Stärke los, wofür Olufsen drastische Beispiele gibt. In Khorog hingegen war von Dezember bis Februar die höchste Windstärke 4. — Heftige Schneestürme können auf der Hochsteppe mitten im Sommer eintreten.

[2] Der zunehmende Austrocknungsprozeß, der nicht nur in historischer Zeit, sondern sogar in wenigen Dezennien nachzuweisen ist, kann wohl nicht gut in erster Linie auf eine äquivalent rasche Abnahme der Niederschlagssummen zurückgeführt werden. Eine Erklärung ist vielleicht in folgender Richtung zu suchen: Die gewaltigen Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht, Winter und Sommer wirken auf den Boden vornehmlich in größeren Höhen äußerst destruktiv ein, vernichten den Humusbelag, decken überall den nackten Fels auf und geben diesen äußerst raschen Verwitterung preis. Humus speichert den Niederschlag auf, Felsboden läßt den Niederschlag rasch verdunsten. Ich glaube, daß eher diese rasche Verwandlung des Bodens den Austrocknungsprozeß des Landes fördert, als Abnahme der Niederschlagsmengen. Auf große Schwierigkeiten stößt man natürlich auch bei dieser Erklärung.

Übersicht.

In klimatischer Beziehung ist das Zweistromland von West-Turkestan ein Gebiet großer Gegensätze, die nicht minder durch die Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse als durch die Unterschiede in der Höhe der einzelnen Bezirke bedingt sind. Gemeinsam ist dem ganzen, an das Herz Asiens angrenzenden Gebiete die Kontinentalität des Klimas, die sich insbesondere in äußerst schroffen Schwankungen der Temperatur zeigt, sowohl den jährlichen wie den täglichen. Nimmt man diese als das Hauptmerkmal des kontinentalen Klimas, so zeigt sich die interessante Tatsache, daß diese Kontinentalität anfangs gegen Osten hin abnimmt infolge der zunehmenden Höhe und infolge des Überganges aus der Steppenzone in das Bergland der westlichen Pamir- und Tienschanabdachung. Eine starke Verschärfung der Temperaturgegensätze zeigt sich dann erst wieder in großen Höhen, auf der Hochsteppe der Pamir, die eigentlich nur mehr zwei Jahreszeiten kennt: einen langen Winter und einen kurzen Sommer; infolge der Niederschlagslosigkeit der Hochsteppe ist der jahreszeitliche Unterschied nur mehr durch den Wechsel der Temperatur gegeben. Die Höhenunterschiede bedingen des weiteren, daß in den niederen Gebieten mangels einer Schneedecke im Winter ein warmer Frühling einem kalten Herbst gegenübersteht.

Feuchtigkeit und Niederschläge bestimmen den Kulturzustand, die Ertragsfähigkeit des Bodens. Infolge der großen Trockenheit und der geringen Niederschläge, andererseits infolge der raschen und starken Verdunstung bietet der größte Teil des Zweistromlandes ein trauriges Bild und weckt schlimmste Befürchtungen für die Zukunft dieses Landes. Wohl sind die Randgebiete der Hochpamir im Winter ein gewaltiges Reservoir für die hier stärkeren Niederschläge; wohl sind viele Täler des Niederen Pamir kleine Paradiese im Gegensatz zur toten Steppe, kleine Paradiese, in welchen die Obstbäume bis hoch über 2000 *m* emporsteigen; wohl liefert dieses Reservoir den niedrigen Gebieten seinen nicht allzu hohen Überschuß an Wasser — aber mit Riesenschritten geht dennoch die Austrocknung des Landes vor sich, wie das starke Schrumpfen der stehenden Gewässer innerhalb kurzer Zeiträume in erschreckender Weise zeigt. Nur mehr künstlicher Bewässerung verdanken die großen Kulturzentren am Rande des Gebirges ihre Existenz. Wenn auch in einem Gebiete wie in Fergana trotz auffallend geringer Niederschläge die Ergiebigkeit des Bodens eine relativ sehr große ist, so rührt dies nur daher, daß in diesem Becken sich die Gewässer vieler Gebirge sammeln und dem Boden in indirekter Weise zugeführt werden können. Da aber heute diese Art von Wasserzufuhr bereits in stärkstem Maße geübt wird, so kann die Ertragsfähigkeit des Landes im ganzen nicht mehr gesteigert werden. Denn das Mehr an Wasser, das ich heute künstlich einem Areale zuführe, entziehe ich einem anderen Gebiete und liefere es dem Untergange aus.

Die Diskussion der klimatischen Verhältnisse des Zweistromlandes führt von jeder Seite zu dem Resultate, daß West-Turkestan ein sterbendes Land ist. In raschester Weise geht die Zerstörung und teilweise Abtragung des Gebirges vor sich; in ferner Zukunft wird ein langsam ansteigendes Steppenland von der Wüste Kysylkum sich hinaufziehen bis zu den hohen Regionen der Hochpamir. Wohl trüben nur wenige Wolken das Blau des Himmels, der sich über das Zweistromland dehnt — aber es ist kein glückliches Land, dem hier die Sonne scheint.

Anhang.

Nachstehend werden die Temperatur- und Feuchtigkeitsmittel der einzelnen Stationen mitgeteilt, um einerseits eine Kenntnis der Mittel der Terminstunden zu vermitteln, andererseits aber auch, um die nicht auf gleiche Periode reduzierten Temperaturmittel mitzuteilen.

Kasalinsk.

45° 46′ n. Br.; 62° 7′ ö. v. Gr., 63 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	10 Jahre			12 J.	10 J.	4 J.	10 J.		
Jänner	−13·5*	− 8·7	−12·1	−12·0*	1·0	−24·6*	89	81	88
Februar	12·3	− 5·0	− 9·9	− 9·1	3·6	−20·9	88	75	87
März	5·4	1·3	− 2·8	− 2·2	13·5	−18·2	88	69	85
April	5·7	13·9	7·8	9·2	25·1	− 2·6	74	48	71
Mai	16·8	24·8	17·0	19·3	33·3	4·8	59	37	60
Juni	22·1	29·8	21·4	24·6	37·5	9·4	58	36*	59
Juli	24·2	**31·7**	23·4	**26·6**	**38·9**	13·0	60	37	59
August	20·9	30·1	21·3	24·0	36·9	11·1	62	37	59
September	13·1	23·5	14·7	17·3	32·6	3·9	69	40	65
Oktober	3·7	14·1	6·3	8·1	23·6	− 4·2	80	49	72
November	− 3·0	2·4	− 1·4	− 0·7	13·7	−16·0	91	73	87
Dezember	−10·2	5·2	− 8·5	− 7·4	4·5	−22·1	91	80	90
Jahr	5·2	12·7	6·4	8·1	39·3	−27·3	76	55	73

Petro-Alexandrowsk.

41° 28′ n. Br.; 61° 5′ ö. v. Gr., 85 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	10 Jahre			15 J.	15 J.	4 J.	10 J.		
Jänner	− 8·0*	− 2·1	− 5·9	− 5·5*	7·1	−18·3*	84	73	81
Februar	− 4·4	4·1	− 0·9	− 1·0	14·2	−17·6	83	59	76
März	1·4	10·6	5·4	5·2	23·2	− 9·2	78	50	67
April	9·7	19·7	13·0	14·2	30·6	2·0	64	40	57
Mai	18·0	28·3	21·0	22·5	36·8	9·8	52	31	47
Juni	23·4	32·9	24·6	27·0	39·7	15·0	48	29*	40
Juli	24·5	**34·8**	20·4	**28·4**	**40·0**	19·4	52	30	47
August	21·5	33·0	23·8	26·2	39·2	16·0	56	29*	51
September	14·9	27·5	17·0	19·8	35·7	6·6	60	32	55
Oktober	6·1	19·0	9·8	11·4	28·2	− 4·1	68	30	61
November	− 0·5	8·3	2·6	3·4	19·8	11·3	79	51	69
Dezember	− 4·3	2·3	1·7	− 1·1	12·4	12·7	85	69	79
Jahr	8·0	18·2	11·3	12·4	40·9	20·3	67	44	61

74*

Turkestan.

43° 18′ n. Br.; 68° 17′ ö. v. Gr., 215 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			13 J.	14 J.	5 J.	5 J.		
Jänner	9·4*	− 2·9	− 7·9	− 6·3*	8·0	21·5*	**90**	72	80
Februar	− 4·8	3·0	2·5	− 2·1	12·8	− 18·7	89	65	87
März	2·3	10·5	4·8	5·7	23·1	7·4	84	58	78
April	10·4	18·4	11·5	13·0	29·4	1·4	73	46	71
Mai	19·1	26·4	18·6	21·3	30·1	8·6	59	36	58
Juni	23·8	31·0	23·3	26·3	38·7	15·1	50	31	46
Juli	25·9	**34·3**	25·8	**28·8**	**40·6**	19·4	50	29*	44
August	22·5	32·6	23·0	26·5	39·4	10·8	51	29*	44
September	14·6	27·1	17·0	19·8	35·8	6·9	58	29*	50
Oktober	5·3	18·5	8·0	10·7	27·5	4·7	73	40	64
November	− 0·9	7·9	1·3	2·8	20·0	− 12·9	87	60	82
Dezember	− 5·0	1·9	− 3·1	− 1·8	12·6	− 17·0	89	72	89
Jahr	8·6	17·4	10·1	12·1	41·2	− 23·0	71	47	67

Kerki.

37° 50′ n. Br.; 65° 13′ ö. v. Gr., 245 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			12 J.	12 J.	6 J.	7 J.		
Jänner	− 1·1*	5·2	1·2	1·9*	10·2	− 14·2*	**87**	69	84
Februar	2·2	10·6	5·9	6·1	21·2	9·0	85	57	76
März	7·8	15·9	11·3	11·6	27·3	− 1·9	78	51	70
April	13·6	22·9	16·8	17·3	32·8	4·6	75	45	67
Mai	20·5	30·1	23·3	24·7	37·8	12·0	64	37	57
Juni	23·8	33·6	26·6	28·1	39·2	15·5	58	35*	53
Juli	24·5	**34·8**	27·9	**29·0**	**39·7**	17·6	63	37	55
August	21·4	33·2	25·7	26·7	37·9	14·1	64	37	54
September	16·0	29·3	20·6	22·0	35·5	7·5	69	40	62
Oktober	9·5	22·4	13·9	15·1	30·9	1·8	76	45	70
November	5·6	14·4	8·6	9·6	25·5	− 2·1	81	52	74
Dezember	2·3	9·7	4·9	5·9	18·8	− 4·8	84	61	79
Jahr	12·0	21·8	15·6	16·6	40·2	14·3	74	47	67

Termez.

37° 12′ n. Br.; 67° 15′ ö. v. Gr., 310 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	3–4 Jahre			3–4 J.	3–4 J.	–	3–4 J.		
Jänner	0·7*	8·6	2·4	3·4*	17·1		82	52	74
Februar	1·6	11·7	6·0	6·4	22·7	—	81	46	65
März	5·4	15·2	9·8	10·1	25·7		69	38	53
April	12·4	23·2	16·5	17·4	31·8	—	60	32	45
Mai	20·4	31·1	24·8	25·4	39·0		46	24	33
Juni	26·1	36·7	28·0	30·3	42·7	—	34	18	26
Juli	27·0	**38·5**	30·7	**32·1**	**42·9**	—	33	10*	27
August	23·8	36·4	28·3	29·5	41·4	—	34	10*	28
September	17·9	31·0	23·2	24·0	38·5	—	44	21	34
Oktober	10·6	23·7	15·0	16·4	33·3	—	61	35	50
November	6·3	16·5	10·2	11·0	26·0	—	81	53	72
Dezember	1·5	11·8	5·6	6·3	18·1	—	**86**	52	70
Jahr	12·7	23·7	16·7	17·7	43·4	—	59	34	48

Chodschent.

40° 18′ n. Br.; 69° 38′ ö. v. Gr., 324 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			14 J.	13 J.	5 J.	8 J.		
Jänner	−3·9*	1·5	−2·3	−1·2*	8·6	−12·2*	**86**	69	81
Februar	0·2	6·9	2·4	2·5	14·4	−11·0	82	54	75
März	6·0	13·8	8·7	9·2	22·9	5·8	79	51	72
April	12·4	20·8	14·5	16·2	30·9	3·6	74	46	72
Mai	19·4	27·7	20·4	22·4	35·4	10·1	65	37	61
Juni	23·6	32·7	24·9	27·2	39·2	15·3	59	33	53
Juli	25·3	**34·5**	27·0	**28·9**	**40·5**	19·1	55	32*	49
August	22·5	33·6	24·6	26·9	38·8	17·5	60	32*	50
September	16·3	29·1	19·0	21·5	35·4	7·8	65	33	55
Oktober	8·6	19·8	11·1	12·9	28·2	0·5	79	44	72
November	3·8	10·8	5·9	6·9	19·0	5·1	83	58	77
Dezember	−0·2	5·2	1·5	2·0	12·6	−6·0	85	65	79
Jahr	11·1	19·7	13·1	14·8	40·9	14·0	72	46	66

Dschisak.

40° 7′ n. Br.; 67°48′ ö. v. Gr., 386 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			12 J.	12 J.	—	10 J.		
Janner	3·4*	1·6	— 2·5	1·4*	13·2	—	79	67	80
Februar	0·2	6·6	2·2	2·9	17·7	—	81	64	79
März	5·2	12·0	7·5	8·2	24 3	—	82	61	80
April	11·3	18·8	13·1	14·7	29·7	—	72	50	73
Mai	19·0	27·6	19·5	22·1	36·4	—	58	36	60
Juni	24 0	33·0	23·9	27·0	40·9	—	45	27	46
Juli	26·3	**35·4**	26·3	**29·2**	**41·2**	—	42	23	40
August	23 0	33·4	23·8	26·8	39·4	—	43	22*	39
September	16·5	28·6	18·9	21·4	37·0		47	24	43
Oktober	9·3	20·0	11·7	13·6	30·4	—	61	37	60
November	4·0	10·5	5·5	6·8	22·6		78	62	78
Dezember	0·7	5·8	1·7	3·2	16·6	—	79	60	79
Jahr	11·3	19·4	14·6	14·5	42·2	—	64	45	63

Namangan.

41° 00′ n. Br.; 47°41′ ö. v. Gr., 438 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			14 J.	14 J.	3 J.	7 J.		
Janner	— 5·9*	1·2	— 4 2	2·9*	7·3	—13·9	89	66	87
Februar	— 2·2	6·6	0·8	1·3	14·1	— 9·9	84	57	80
März	5·3	13·8	8·2	9·0	24·0	— 3·1	80	56	75
April	11·9	21·4	13·9	15·9	30·7	5·7	77	49	73
Mai	18·3	27·2	19·3	21·5	33 9	12·8	71	46	68
Juni	22·1	31·7	22·6	25·5	36·1	15·0	68	43	61
Juli	23·1	**33·5**	24·0	**26·7**	**37·2**	18·6	68	42*	62
August	20·2	32·3	21·9	24·9	35·8	16·5	68	43	65
September	15·3	27·8	17·1	20·1	32·6	10·4	68	44	67
Oktober	8·0	19·5	10·7	12·7	26·8	0·3	76	50	70
November	2·5	10·6	5·0	6·1	18·9	— 3·8	86	62	80
Dezember	— 2·0	4·8	0·0	1·2	11·7	—10·8	89	65	84
Jahr	9·7	19·2	11·6	13·5	37·8	—17·2	77	52	73

Taschkent.

41° 20′ n. Br.; 69° 18′ ö. v. Gr., 478 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			15 J.	15 J.	15 J.	10 J.		
Jänner	−4·0*	2·5	−3·4	−1·4*	12·8	−19·1*	82	63	85
Februar	0·3	7·5	1·2	1·8	10·5	−14·4	78	57	80
März	4·9	12·4	6·8	7·8	24·2	−5·7	79	50	78
April	11·1	18·5	11·9	14·2	29·4	6·5	72	48	75
Mai	18·3	25·8	17·8	20·5	33·7	6·7	64	42	68
Juni	22·7	30·8	22·3	25·5	37·8	10·7	60	36	58
Juli	24·1	**33·6**	24·8	**27·3**	**39·1**	14·0	59	33*	52
August	20·7	31·8	22·3	25·1	37·3	10·8	61	33*	54
September	14·5	27·2	16·4	19·4	34·2	5·3	66	35	62
Oktober	7·7	19·2	9·5	11·9	28·8	−2·3	75	43	73
November	3·1	10·8	4·4	6·2	22·8	−8·4	82	59	83
Dezember	0·0	6·6	0·9	2·6	17·1	−11·6	81	63	84
Jahr	10·2	18·8	11·2	13·5	39·6	−19·7	72	47	71

Margelan.

40° 28′ n. Br.; 71° 43′ ö. v. Gr., 576 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			15 J.	15 J.	15 J.	10 J.		
Jänner	−6·1*	1·2	5·0	−3·0*	7·8	−17·8*	88	66	88
Februar	−2·8	6·0	0·3	0·4	12·5	−13·3	**90**	59	87
März	4·2	12·5	7·0	7·8	20·9	−5·2	84	54	79
April	11·7	19·5	12·9	15·1	28·5	2·7	73	46	72
Mai	19·1	26·3	18·4	21·4	33·9	8·3	66	43	66
Juni	23·6	31·5	22·4	26·1	36·7	12·3	59	36	59
Juli	25·5	**33·7**	24·2	**27·7**	**38·2**	14·8	57	35	58
August	22·9	32·5	21·6	26·0	36·4	13·3	57	34*	63
September	16·2	28·1	16·5	20·5	33·6	7·1	61	34*	68
Oktober	7·6	19·2	9·1	12·1	26·9	0·4	72	43	75
November	1·9	10·4	3·6	5·3	18·4	6·5	84	57	81
Dezember	−2·5	4·9	−0·9	0·8	11·5	−9·5	87	65	86
Jahr	10·1	18·8	10·8	13·3	38·3	19·1	73	48	74

Aulie-Ata.

42° 53′ n. Br.; 61°05′ ö. v. Gr., 620 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	10 Jahre			14 J.	14 J.	3 J.	9		
Jänner	7·6*	– 1·0	– 6·7	5·2*	10·4	21·1*	82	67	82
Februar	– 5·6	1·2	4·3	– 3·8	12·6	–20·3	81	64	**84**
März	0·0	6·4	2·1	2·9	20·3	– 11·6	82	64	82
April	7·2	14·7	9·5	10·8	27·5	1·4	78	55	76
Mai	15·1	22·5	16·1	17·9	32·0	6·9	68	45	70
Juni	19·8	27·8	20·2	22·7	35·8	10·5	62	39	61
Juli	21·8	**30·9**	22·3	**24·8**	**36·9**	15·2	59	36*	58
August	18·0	28·9	19·8	22·3	30·1	11·9	62	36*	59
September	11·5	23·9	14·4	16·7	32·5	5·5	65	38	63
Oktober	4·7	15·2	6·9	8·9	20·7	– 5·5	76	49	75
November	0·1	6·8	1·4	2·5	20·9	18·9	81	61	82
Dezember	– 5·0	1·1	4·4	– 2·0	15·2	(– 13·2)	81	67	**84**
Jahr	6·6	14·9	8·1	9·9	37·7	(–23·3)	73	52	73

Samarkand.

39° 39′ n. Br.; 66°57′ ö. v. Gr., 719 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	10 Jahre			15 J.	15 J.	14 J.	10		
Jänner	– 2·8*	3·2	1·9	– 0·2*	13·2	–15·8*	**80**	60	79
Februar	0·8	8·2	2·5	3·3	18·1	–10·2	79	56	79
März	4·8	12·0	6·5	7·7	23·6	5·0	79	57	79
April	10·2	18·3	11·5	13·7	28·6	1·4	73	48	74
Mai	17·0	25·4	17·4	19·8	33·5	7·7	62	39	62
Juni	20·9	30·0	21·0	24·1	36·4	10·7	56	31	54
Juli	22·2	**32.0**	22·4	**25·3**	**37·0**	14·6	55	30	55
August	19·1	30·5	20·1	23·4	35·5	11·0	56	29*	55
September	14·0	20·4	15·8	18·8	33·2	6·0	60	31	57
Oktober	7·9	19·2	9·7	12·1	27·9	– 0·6	69	38	68
November	3·6	11·3	4·9	6·8	22·3	– 6·3	78	54	78
Dezember	0·9	7·5	1·6	3·5	17·7	– 9·0	77	58	**80**
Jahr	9·9	18·7	10·9	13·5	37·6	– 10·6	69	44	68

Prschewalsk.

42° 30′ n. Br.; 78°26′ ö. v. Gr., 1770 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	9 Jahre			12 J.	13 J.	12 J.	6 J.		
Jänner	7·3*	0·5	7·2	5·0*	3·8	−13·6*	76	62	75
Februar	7·5	0·0	6·4	1·3	5·0	13·2	73	59	74
März	− 2·0	5·0	1·4	1·0	13·2	10·0	70	49	73
April	4·7	11·7	4·5	7·3	20·8	4·3	68	47	69
Mai	10·5	17·5	9·8	12·2	25·4	0·5	69	48	71
Juni	14·0	20·7	12·9	15·7	26·9	3·7	69	50	71
Juli	15·5	**22·8**	14·8	**17·7**	**29·1**	7·7	73	53	72
August	14·1	22·7	13·8	16·9	28·1	5·0	70	48	69
September	10·3	19·9	10·7	13·5	25·9	0·9	66	45*	67
Oktober	2·9	11·6	3·5	6·1	18·7	5·0	67	50	70
November	1·5	5·7	1·0	1·1	1[illegible]·6	9·8	73	57	75
Dezember	5·5	1·0	− 5·0	− 3·2	5·6	−13·4	75	61	73
Jahr	4·0	11·6	4·1	6·5	29·5	−15·6	71	52	72

Narynsk.

41° 26′ n. Br.; 76°02′ ö. v. Gr., 2015 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7^h	1^h	9^h		Max.	Min.	7^h	1^h	9^h
	10 Jahre			17 J.	17 J.	17 J.	10 J.		
Jänner	−20·9*	−12·1	−19·0	−17·4*	− 4·8	−31·5*	81	64	80
Februar	−18·1	− 8·2	15·5	−14·6	0·5	29·4	81	57	80
März	− 6·6	2·2	4·5	4·0	10·0	19·3	75	49	73
April	2·5	10·4	4·2	6·4	20·3	− 5·8	69	43	64
Mai	9·1	16·6	9·8	11·7	24·2	− 0·3	65	41	64
Juni	12·6	20·0	12·8	15·2	27·4	2·7	66	41	66
Juli	14·4	23·2	15·2	**17·8**	**30·3**	6·2	65	40	64
August	12·6	**23·3**	14·4	17·2	29·5	4·2	64	37	59
September	8·0	19·0	10·7	12·8	26·0	0·5	61	33*	54
Oktober	− 0·4	11·4	2·4	4·8	19·2	− 7·9	63	35	53
November	− 7·3	1·7	− 5·4	3·5	10·3	18·2	72	47	60
Dezember	16·5	7·8	14·0	12·0	0·5	−27·9	77	53	75
Jahr	− 0·8	8·4	0·8	2·8	30·8	32·5	70	45	67

Khorog.

37° 27′ n. Br.; 71°39′ ö. v. Gr., 2105 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	5 Jahre			5 J.	5 J.		—		
Jänner	— 11·3*	— 4·1	— 9·5	— 8·3*	3·4	—		·	-
Februar	-10·8	2·0	7·6	6·8	4·0	—		·	·
März	— 1·5	4·8	0·8	0·8	12·2		—	—	—
April	5·3	12·1	7·9	8·4	19·2	—		—	·
Mai	11·9	19·2	14·5	15·2	25·1	—	—	—	—
Juni	14·6	23·0	17·8	18·5	29·2	—	—	—	—
Juli	18·1	26·6	21·3	**22·0**	**31·5**	—	·		·
August	17·6	**26·7**	21·4	21·7	30·7		—	—	—
September	13·6	24·4	18·2	18·7	29·4	—	—	—	—
Oktober	6·9	15·5	10·3	10·9	22·4	·	—	—	—
November	1·2	7·6	2·8	3·9	14·4	—	—	—	—
Dezember	— 5·7	— 0·1	— 4·4	— 3·4	5·0	—	—		—
Jahr	4·9	12·8	8·5	8·7	32·3	—	—	—	—

Irkeschtam.

39° 42′ n. Br.; 73°54′ ö. v. Gr., 2850 *m* Seehöhe.

	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			11 J.	6 J.	—	(1) J.		
Jänner	13·7*	— 7·6	—10·8	—10·6*	0·8		—	—	—
Februar	—12·4	— 5·3	— 8·6	— 8·7	0·3	·	· ·	—	—
März	— 6·1	0·3	— 2·9	3·0	8·6		—	—	—
April	0·5	5·6	1·6	2·3	13·1	—	—	—	—
Mai	4·9	11·1	6·3	7·6	17·8	—	(61	40	57
Juni	8·0	15·5	9·8	10·9	21·3	—	63	39	59
Juli	10·1	**18·1**	12·2	**13·5**	**23·3**	—	65	37	55
August	8·9	17·5	11·9	12·8	22·9	—	59	32	54)
September	4·8	13·8	8·9	9·1	20·1	—	·	—	—
Oktober	1·9	6·4	2·2	2·3	13·1	—	—	—	—
November	- 6·9	· 0·1	— 4·1	— 3·7	5·0	—	—		—
Dezember	—11·2	— 4·8	— 8·3	— 8·2	0·4	—	—	-	—
Jahr	— 1·3	5·9	1·5	2·2	23·8	—	—	—	—

Pamirski Post.

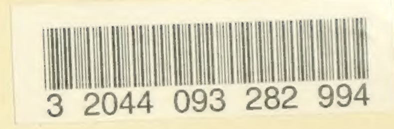
38° 11′ n. Br.; 74° 02′ ö. v. Gr., 3640 *m* Seehöhe.

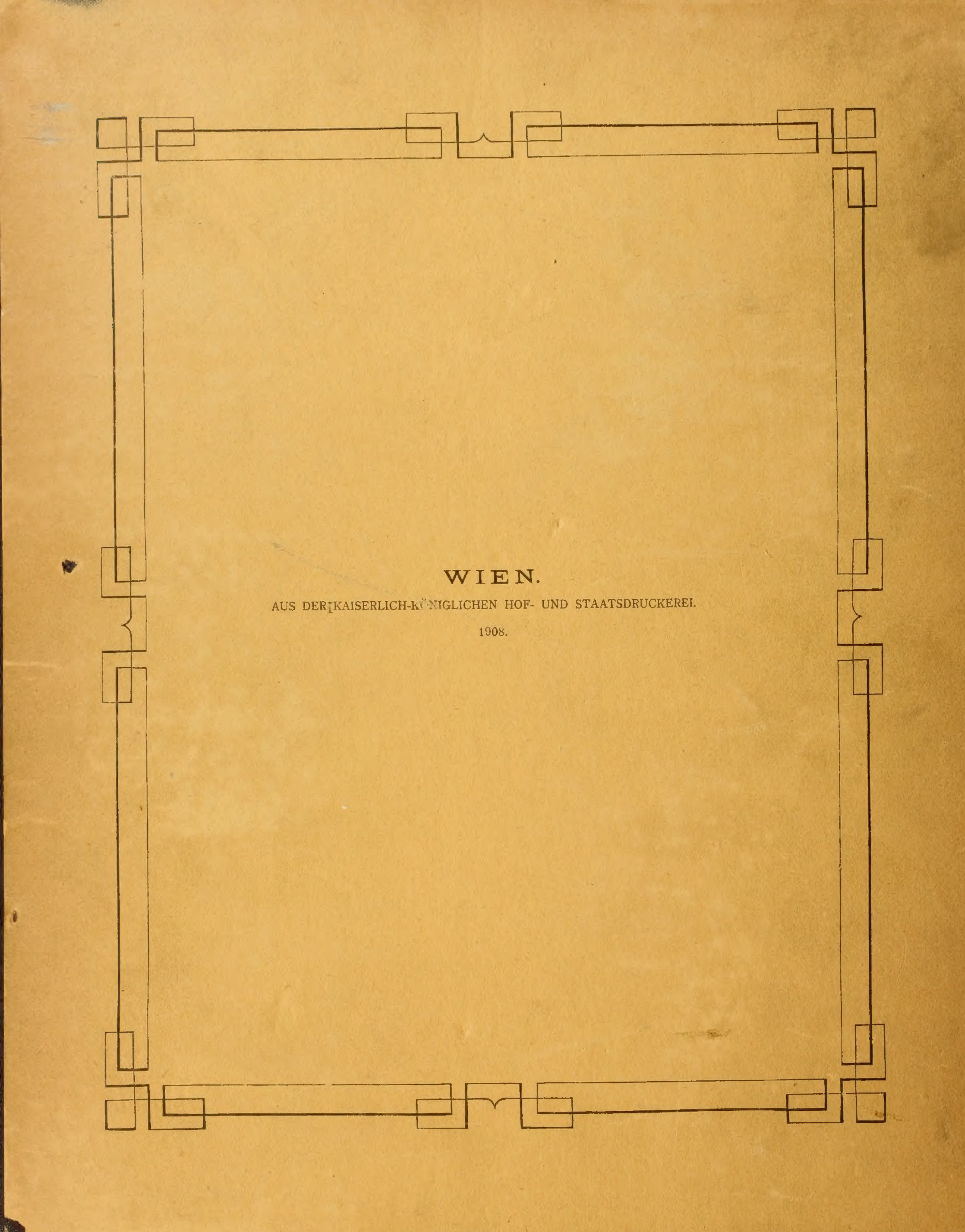
	Temperatur			Mittel	Mittl.		Rel. Feuchtigkeit		
	7h	1h	9h		Max.	Min.	7h	1h	9h
	10 Jahre			10 J.	10 J.	6 J.	7 J.		
Jänner	−24·4*	−11·8	−20·1	−18·8*	2·3	−39·1*	**74**	49	62
Februar	−23·3	−9·8	−17·5	−16·9	−0·1	−35·7	71	47	60
März	−12·6	0·2	−8·0	−6·8	7·9	−20·8	66	40	52
April	−3·2	5·6	−1·8	0·2	13·5	−16·9	50	35	51
Mai	4·8	11·7	3·7	6·7	18·1	−9·9	55	33	53
Juni	9·1	15·1	7·8	10·7	21·3	−3·7	53	33	49
Juli	11·9	18·4	11·4	**13·9**	**24·4**	0·0	50	31	45
August	10·1	**19·0**	11·6	13·6	**24·4**	−2·9	52	32	42
September	3·5	13·7	6·6	7·9	19·6	−10·1	52	27*	39
Oktober	−5·3	0·4	2·0	−0·3	12·8	−18·8	57	38	49
November	−13·2	−0·6	−9·8	−7·9	5·7	−27·1	66	42	55
Dezember	−22·9	−9·0	−18·6	−16·8	−0·7	−33·6	67	46	59
Jahr	−5·2	5·0	−3·1	−1·2	25·4	−42·0	59	38	51











WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1908.